1.60

Iegūts apmaiņā pret
Acta Horti Botanici.

1322

BOTANISKA NOTISER

FÖR ÅR 1928

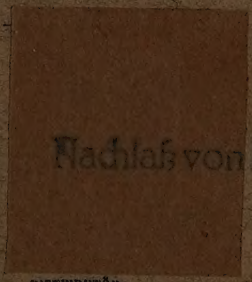
UTGIVNA AV

LUNDS BOTANISKA FÖRENING

REDIGERADE AV

HARALD KYLIN

HÄFTE 2



DISTRIBUTÖR:
C. W. K. GLEERUP, FÖRLAGSBOKHANDEL
LUND

1322.

Botaniska Notiser 1928, Lund 1928.

Nachlaß von Prof. N. Malta

Tageslänge und Assimilation.

Von Herbert Lamprecht.

Einleitung.

Die Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung der Pflanzen ist dem Menschen wohl schon seit dem ersten Beginn der Kultur zum Bewusstsein gekommen. Kentnisse über den kausalen Zusammenhang zwischen Licht und Pflanzenwachstum sind dagegen verhältnismässig jungen Datums. Die ersten wissenschaftlich eindeutigen Versuche über die Beziehungen des Lichtes zu den Lebensprozessen der Pflanze, vor allem der Assimilation, verdanken wir Jan Ingen-Housz (1779). Dieser Forscher stellte experimentell fest, dass die von Priestley konstatierte Luftverbesserung durch die Pflanzen, d. h. Kohlensäureverbrauch und Sauerstoffausscheidung, nur stattfindet, wenn das Licht auf grüne Pflanzenteile einwirkt. Dieser Prozess, die Kohlensäureassimilation, wurde bald darauf von Th. De Saussure (1804) quantitativen Studien unterworfen, die u. a. zeigten, dass zum Aufbau der Pflanzensubstanz auch Sauerstoff und Wasserstoff erforderlich sind.

Seit dieser Zeit ist eine lange Reihe von Untersuchungen über die Beziehungen des Lichtes zu den Lebenserscheinungen der Pflanzen erschienen. Man lernte die Bedeutung der Lichtfarbe und der Lichtintensität für die Kohlensäureassimilation kennen. Aber erst in neuester Zeit ist man daran gegangen die Beziehungen zwischen der täglichen Belichtungsdauer und der Entwicklung der Pflanzen zu erforschen. Auf diesem Gebiete sind vor allem die Arbeiten von Garner und Allard (1920, 1923, 1925), Garner, Bacon und Foubert (1924), Auchter und Harley (1924)

zu nennen. Auf diese wird weiter unten in entsprechendem Zusammenhange näher eingegangen werden. Die vorliegende Arbeit hat sich zur Aufgabe gestellt die Beziehungen zwischen Dauer der täglichen Belichtung und Stoffproduktion sowie damit zusammenhängende Eigenschaften zu untersuchen.

Der Gedankengang bei diesen Untersuchungen war, die Stoffproduktion an in dieser Hinsicht distinkt verschiedenen Formen, Biotypen oder besser Gruppen von sehr ähnlichen Biotypen einer oder mehrerer Arten festzustellen. Teils sollten hierbei die in Frage stehenden Formen an verschiedenen Plätzen unseres Landes, die möglichst verschiedene Tageslänge aufweisen, in vergleichenden Versuchen zur Entwicklung gebracht werden, teils sollte die Kultur solcher Formen an ein und demselben Platze bei künstlich hervorgebrachter verschiedener Tageslänge erfolgen.

Was den ersten Weg betrifft, so konnte man in den Erfahrungen mit dem Anbau unserer Kulturpflanzen in verschiedenen Teilen unseres Landes recht sichere Anhaltspunkte finden. So ist seit längerer Zeit bekannt, dass im hohen Norden, z. B. in Västerbotten, nur gewisse Kulturpflanzen mit Vorteil gebaut werden können. Unter diesen gibt es nun eine Anzahl, und von diesen wiederum bestimmte Formen, Biotypen, die in den nördlichen Teilen unseres Landes geradezu ausserordentlich gut gedeihen. Ihre Entwicklung ist dort eine so mächtige, dass ihr Anbauergebnis das der gleichen Formen bei Kultur im südlichsten Schweden, in Schonen, bedeutend übertrifft. Hierher gehören gewisse Gräser, die Kartoffel, bestimmte Formen von Weisskohl etc. Die Heuernten sind in Norrland durchschnittlich erheblich grösser als in Schonen, die Kartoffelernten erreichen dort nicht selten das zwei- bis dreifache des Mittelwertes für das ganze Land.

Worauf ist nun diese mächtige Entwicklung gewisser Pflanzenformen in Norrland zurückzuführen? Welche sind

die Waffen mit denen die Pflanzen den Kampf unter den dort schwierigen Verhältnissen siegreich zu Ende führen?

Pflanzen die im hohen Norden gut gedeihen sollen, müssen sich schnell entwickeln. Je weiter wir nach Norden gehen, eine umso stärkere Verkürzung erfährt die Vegetationsperiode. Die Verminderung der Anzahl Tage, die der Pflanze im Sommer zur Verfügung stehen, muss bei der Assimilationstätigkeit in irgendeiner Weise eingebracht werden, wenn die Pflanze nicht gezwungen werden soll sich mit einer erheblich geringeren Menge Kohlehydrate zu begnügen. Für viele Pflanzen wäre letzteres wahrscheinlich gleichbedeutend mit einem Untergang. Wir könnten hier a priori hauptsächlich an zwei Möglichkeiten denken.

Erstens könnte die Verkürzung der Vegetationsperiode dadurch wettgemacht werden, dass die in Frage stehenden Pflanzenformen imstande wären, die im Norden zu dieser Zeit erheblich grössere Tageslänge besser auszunutzen. Eine fast ununterbrochene oder wenigstens erheblich verlängerte Assimilationstätigkeit würde für solche Formen offenbar von der allergrössten Bedeutung sein.

Zweitens könnte die Assimilationstätigkeit in an das nördliche Klima angepassten Biotypen dort mit grösserer Intensität vorsichgehen. Dies würde bedeuten, dass solche Biotypen pro Flächeneinheit der grünen Blätter in der Zeiteinheit mehr Kohlehydrate bildeten als andere an Gebiete mit längerer Vegetationsperiode angepasste Biotypen. Wie wir unten sehen werden, dürfte diese Erscheinung als Ursache einer schnelleren Entwicklung kaum oder doch nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, was auch bei Kenntnis der wohl ziemlich allgemein gültigen Beziehungen zwischen Lichtintensität und Temperatur einerseits sowie Assimilationsgrösse anderseits zu erwarten ist.

Ausser den genannten beiden Möglichkeiten gibt es noch mehrere andere Faktoren, die zu einer schnelleren Entwicklung in nördlichen Gegenden mehr oder weniger beitragen könnten. Hier wäre zu erwähnen die verschie-

dene Intensität und Zusammensetzung des Lichtes, andere Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse usw. Auf diese Faktoren soll später bei der Besprechung der Versuche eingegangen werden.

Versuchstechnik.

Als Versuchsobjekte wurden in erster Linie Formen von *Brassica oleracea capitata alba* sowie, aber in geringerem Umfange, solche von *Daucus carota* verwendet. Was die zu den Versuchen verwendeten Formen dieser beiden Arten betrifft, so soll hier besonders hervorgehoben werden, dass es sich hierbei nur um die einheitlichsten bei uns überhaupt erhältlichen Stämme (reingezüchtete Sorten) gehandelt hat. Der Samen der an den verschiedenen Plätzen gesäet worden ist, war demnach stets der gleichen Partie desselben Stammes entnommen.

Die Kultur erfolgte in allen Fällen in vergleichenden Versuchen mit wenigstens drei, meistens jedoch vier Parallelparzellen. Die Versuche wurden in Alnarp, Ornäs in Dalarna, Birka bei Östersund, Härnösand und Luleå ausgeführt. In Alnarp wurden die erhaltenen Individuen, voll entwickelte Köpfe von Weisskohl resp. Mohrrüben, unmittelbar nach dem Ernten gewogen und spätestens zwei Tage nachher analysiert. An den anderen Plätzen wurden die einzelnen Individuen gewogen, nummeriert, je für sich verpackt (in feuchtes Papier oder Moss) und nach Alnarp geschickt. Etwaige Gewichtsverluste wurden hier durch Nachwiegen festgestellt. Dieses Material wurde bis zu zehn Tage vor dem Analysieren geerntet, auf welchen Umstand später, besonders bei der Beurteilung des Verhältnisses zwischen Monosen und Biosen Rücksicht genommen werden muss.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Individuen wurden nur solche von für den Stamm typischer Form und ferner nur solche von mittlerer Grösse berücksichtigt. Ungewöhnlich grosse oder kleine Individuen haben in der Regel eine von der für den Stamm charakteristischen ab-

weichende Zusammensetzung. Das Gleiche gilt oft auch für fremde Formen; bei diesen hat man zu vermuten, dass sie andere erbliche Konstitution haben und demnach auch gegenüber den Milieufaktoren in anderer Weise reagieren können.

Zur Untersuchung gelangte im allgemeinen eine aus 20 Individuen hergestellte Durchschnittsprobe. Hierbei wurde so vorgegangen, dass z. B. aus jedem von 20 Kohlköpfen ein Sektor herausgeschnitten wurde, worauf alle 20 Sektoren in einer hierzu geeigneten Mühle (siehe LAMPRECHT 1923) zu Mus gemahlen wurden. Bei den Mohrrüben wurden 20 der Länge nach halbierte Wurzeln verwendet. Ein Teil des frischen Muses wurde dann nach gründlichem Durchmischen mit Wasser extrahiert und der Extrakt zur Bestimmung der wasserlöslichen Kohlehydrate verwendet. Ein anderer Teil, gewöhnlich fünf Proben zu etwa 20 g, wurde in einem Wasserthermostaten bei 98—99° C. bis zur Gewichtskonstanz getrocknet (Trockensubstanzgehalt). In diesen getrockneten Proben wurde hierauf der Gehalt an Rohfaser (Zellulose plus Lignin), Stickstoff und Asche ermittelt. In bezug auf die Einzelheiten bei der Ausführung dieser Analysen sei auf eine meiner früheren Arbeiten auf diesem Gebiete verwiesen (LAMPRECHT 1925 S. 22—27). Hier sei nur ein in den letzten Jahren berücksichtigtes Detail bei der Herstellung der Lösung zur Zuckerbestimmung kurz erwähnt. Nachdem aus dem wässrigen Extrakt die Eiweissstoffe und einige andere organische reduzierende Verbindungen mit Mercuronitrat ausgefällt und abgenutscht sowie ein kleiner Überschuss an Quecksilber durch Kochsalz gefällt und abfiltriert worden ist, besitzt das Filtrat stets eine mehr oder weniger stark saure Reaktion. Um eine Beeinflussung der darauf auszuführenden Zuckerbestimmung nach FEHLING durch diese zu vermeiden wird die Lösung nun mit n/4 NaOH unter Zusatz von zwei Tropfen Bromkresolpurpurlösung (nach CLARK) als Indikator neutralisiert. Bei Vernachlässigung dieser Massnahme

kann es vorkommen, besonders bei Anwesenheit grösserer Mengen organischer Säuren, dass ein Teil des in der Fehlingschen Lösung vorhandenen NaOH neutralisiert wird, wodurch das quantitative Resultat der Analyse verändert werden kann.

Die Versuche.

A. *Die Bedeutung der Tageslänge für die Produktion von Trockensubstanz und deren Bestandteilen.*

Die ersten Untersuchungen wurden mit je einem Stamm der beiden Weisskohlsorten *Ditmarsker* und *Köpenhamns torg* vorgenommen. Diese beiden Sorten haben 1921 teils in einem vergleichenden Sortenversuch in Alnarp, 55° 34′ n. Br., teils in einem solchen in Birka bei Östersund, 63° 13′ n. Br. teilgenommen. Das Material aus Birka wurde bei diesem preliminären Versuch nur auf die Trockensubstanz untersucht. Es wurden folgende Werte erhalten.

Ditmarsker, gebaut in Alnarp enthielt 6,22 % Trockensubstanz, gebaut in Birka 8,38 %. *Köpenhamns torg* gebaut in Alnarp enthielt 6,55 % Trockensubstanz, gebaut in Birka 8,69 %. Diese Unterschiede sind als erheblich zu bezeichnen. In Birka erreichte die Trockensubstanz für *Ditmarsker* einen um etwa 35 %, für *Köpenhamns torg* einen um etwa 33 % höheren Wert als in Alnarp. Da die Kohlköpfe aus Birka jedoch bevor sie analysiert wurden ungefähr sechs Wochen in einer mit Erde bedeckten Miete gelegen sind, soll diesem ersten Versuchsergebnis nur orientierender Wert beigemessen werden. Wie spätere Untersuchungen gezeigt haben, verändert sich allerdings der Trockensubstanzgehalt von Kohlköpfen in den ersten zwei Monaten der Lagerung in guten Mieten nur wenig.

Der zweite Versuch wurde im Jahre 1922 mit einem Stamm der Weisskohlsorte Moens vorgenommen. Diese Sorte hat 1922 teils in einem vergleichenden Versuch in Ornäs, Dalarna, 60° 27′ n. Br., teils in einem solchen in Alnarp teilgenommen. Das Auspflanzen erfolgte sowohl in

Ornäs wie in Alnarp am 7. Juni. Die Köpfe wurden in Ornäs am 19. Oktober abgeschnitten, in Alnarp am 1. Dezember. Auch im folgenden wird immer der Tag des Auspflanzens der Weisskohlpflänzchen und nicht der Tag des Säens angegeben. Dies geschieht aus dem Grunde, da man an allen Plätzen zum Auspflanzen ungefähr gleich grosse Pflänzchen verwendet, weshalb man den Tag des Auspflanzens als Ausgangspunkt bei der Berechnung der Dauer des Wachsens, der der Pflanze zur Verfügung gestandenen Wärmesumme, der Niederschlagsmenge usw. benützen kann. Der Tag des Säens kann hierzu nicht verwendet werden, da das Säen in Schonen auf Freiland, in nördlicheren Gegenden unseres Landes dagegen in Treibbeeten erfolgt.

Das Material aus Ornäs bestand nur aus zehn Köpfen. Das mittlere Gewicht per Kopf betrug 2,21 kg. Das Material aus Alnarp bestand aus 20 Köpfen mit einem mittleren Gewicht von 2,06 kg. Die Untersuchung des Materials hat folgende Werte in Prozenten ergeben.

	Trockensubstanz	Gesamtzucker	Rohfaser	Rohprotein	Asche
Alnarp ...	8,02	3,69	0,65	1,70	0.62
Ornäs ...	8,91	4,10	0,77	1,54	0,63

Der Wert für die Trockensubstanz ist bei den Individuen aus Ornäs um etwa 11 % höher als der für die in Alnarp gewachsenen. Da das mittlere Gewicht der Köpfe bekannt ist, kann die Trockensubstanzproduktion per Individuum berechnet werden. Danach beträgt diese für das Material aus Alnarp 165 g, für das aus Ornäs 197 g. In gleicher Weise erhält man für die mittlere Produktion an Zuckerarten per Individuum aus Alnarp 71 g aus Ornäs 91 g und für die Produktion an sämtlichen Kohlehydraten (Zuckerarten plus Rohfaser, Zellulose) für Alnarp 98 g und für Ornäs 108 g. Wie ersichtlich konnte diese Form von Weisskohl im weit nördlicher gelegenen Ornäs bedeutend

mehr Kohlehydrate aufspeichern als in Alnarp. Die relative Steigerung der Stoffproduktion ist in bezug auf die wasserlöslichen Kohlehydrate, die Zuckerarten, am grössten; sie betrug etwa 28 %.

Auffallend ist, dass der Gehalt an Rohprotein nicht auch zugenommen hat. Dieser war im Material aus Ornäs um etwa 10 % geringer als in dem aus Alnarp. Wie wir später sehen werden, dürfte diese Erscheinung an Weisskohl, der im nördlichen Schweden in weiter von der Küste entfernten Gebieten gewachsen ist ziemlich allgemein sein. Der Aschengehalt ist ungefähr gleich geblieben.

Angesichts dieser Resultate musste es von grösstem Interesse sein weitere Versuche mit mehreren, distinkt verschiedenen Biotypen an mehreren Plätzen vorzunehmen. Es wurden daher während der Jahre 1924—1927 jährlich solche Untersuchungen an Weisskohl aus Alnarp und Birka, 1926 auch aus Luleå ausgeführt. 1925 und 1927 wurden auch andere Arten untersucht, wie Mohrrüben, Weisse Rüben, Kohlrüben, u. a. Von diesen Versuchen sollen hier nur die Ergebnisse der 1927 mit Mohrrüben vorgenommenen Versuche besprochen werden, da diese in Alnarp und Birka sowohl bei natürlicher wie bei um 2 1/2 Stunden verkürzter Tageslänge ausgeführt worden sind. Ausserdem wurden Kulturversuche an mehreren Plätzen, wie Vindeln, Härnösand, Undrom, Mora, Sala, Stockholm usw. ausgeführt. Es war jedoch unmöglich das Material von allen diesen Plätzen auch chemisch zu untersuchen.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Weisskohlmaterials sind in Tabelle 1. zusammengestellt. Erwähnt sei, dass das Auspflanzen stets um den 10 Juni — mitunter bis zu 5 Tage vorher oder bis zu 2 Tage nachher — erfolgt ist. Die Kultur im übrigen erfolgte an allen Plätzen- was die edaphischen Verhältnisse betrifft- so gleichartig wie möglich. Also möglichst gleiche Vorfrucht, gleiche und starke Düngung, gleiche Abstände zwischen den einzelnen Pflanzen usw.

Tabelle 1.

Chemische Zusammensetzung einiger Weisskohlsorten bei Kultur an Plätzen mit verschiedener Tageslänge.

Sorte resp. Stamm	Platz und Jahr der Kultur	Trocken-substanz %	Gesamt-zucker %	Roh-protein %	Roh-faser %	Asche %
Ditmarsker	Alnarp 1924	6,06	3,30	1,02	0,58	0,48
	» 1925	6,08	3,05	1,12	0,57	0,54
	» 1926	6,58	3,09	1,19	0,62	0,65
	» 1927	5,50	2,37	0,90	0,54	0,56
	Mittel	**6,05**	**2,95**	**1,06**	**0,58**	**0,56**
	Birka 1924	8,04	4,01	0,82	—	—
	» 1925	8,07	4,08	0,84	0,66	0,58
	» 1926	8,05	4,16	0,89	0,70	0,58
	» 1927	8,02	3,92	0,70	0,62	0,56
	Mittel	**8,05**	**4,04**	**0,81**	**0,65**	**0,57**
	Luleå 1926	**8,10**	**4,21**	**1,28**	**0,72**	**0,68**
Ruhm v. Enkhuizen	Alnarp 1927	7,06	3,56	1,24	0,66	0,58
	Birka 1927	9,42	5,24	1,00	0,73	0,67
Jaatun	Alnarp 1924	9,25	4,07	1,89	0,72	0,68
	» 1925	8,73	3,61	1,60	0,70	0,68
	» 1926	8,95	4,10	1,79	0,83	0,77
	» 1927	8,48	4,07	1,41	0,87	0,71
	Mittel	**8,85**	**3,96**	**1,67**	**0,78**	**0,72**
	Birka 1924	9,80	4,50	1,38	—	—
	» 1925	10,38	5,33	1,13	1,10	0,71
	» 1926	9,90	4,47	1,57	0,83	0,72
	» 1927	10,86	5,53	1,36	0,87	0,81
	Mittel	**10,23**	**4,96**	**1,34**	**0,90**	**0,75**
	Luleå 1926	**9,64**	**4,25**	**1,84**	**0,75**	**0,81**
Moens	Alnarp 1924	7,85	3,61	1,32	0,64	0,53
	Birka 1924	8,66	4,12	1,09	—	0,65
Stamm 0559	Alnarp 1926	7,92	3,82	1,41	0,81	0,65
	Luleå 1926	9,79	4,05	1,86	0,80	0,79
Amager låg	Alnarp 1926	8,29	3,94	1,68	0,69	0,69
	Luleå 1926	10,09	4,06	2,02	0,85	0,96
Trønder ...	Alnarp 1927	8,68	3,89	1,49	0,79	0,71
	Birka 1927	10,48	5,37	1,23	0,90	0,77

Die Werte der Tabelle 1 bestätigen mit grosser Deutlichkeit und Konstanz die Resultate der Untersuchungen der Jahre 1921 und 1922. So ist der Trockensubstanzgehalt sämtlicher untersuchten Formen bei Kultur in den nördlicheren Plätzen erheblich grösser als in Alnarp. Doch gilt dies für die einzelnen Formen in verschiedenem Grade. So enthielten die Kohlköpfe der frühesten Sorte *Ditmarsker* in Alnarp im Mittel für die vier Jahre 1924—27 6,05 %, in Birka 8,05 % und in Luleå 1926 sogar 8,10 % Trockensubstanz. Dies bedeutet für Birka eine Zunahme um 33 % und für Luleå eine solche um 34 %.

In womöglich noch höherem Grade wird der Gehalt an Zuckerarten erhöht. Für die eben erwähnte Sorte *Ditmarsker* betrug der durchschnittliche Zuckergehalt für die Jahre 1924—27 in Alnarp 2,95 %, in Birka 4,04 % und in Luleå 1926 4,21 %. Dies entspricht einer Steigerung des Zuckergehaltes um 37 % in Birka und einer solchen um 42,7 % in Luleå.

Für die anderen untersuchten Formen, die sich durchweg langsamer entwickeln, lässt sich eine mehr oder weniger geringere Zunahme des Trockensubstanz- resp. Zuckergehaltes feststellen. Nur in einem Falle, nämlich bei *Ruhm von Enkhuizen*, war die Steigerung des Zuckergehaltes in Birka 1927 etwas grösser als bei *Ditmarsker*. *Ruhm von Enkhuizen* welche Sorte *Ditmarsker* in der Wachstumsgeschwindigkeit am nächsten kommt erreichte in Alnarp 7,06 % Trockensubstanz, in Birka 9,42 %, demnach an letzterer Stelle um 33 % mehr. Die entsprechenden Zahlen für den Zuckergehalt sind 3,56 und 5,24 %, was eine Zunahme um nicht weniger als 47 % bedeutet.

Die Sorte *Jaatun*, die mittelfrüh ist, hat in Alnarp seit 1921 unter allen untersuchten Formen den grössten Gehalt an Trockensubstanz und Zuckerarten aufgewiesen. Der mittlere Gehalt an Trockensubstanz für die Jahre 1924—1927 betrug 8,85 % der an Zucker 3,96 %. Aber auch diese Sorte war bei Kultur in Birka resp. Luleå imstande ihren

Gehalt an Trockensubstanz wesentlich zu erhöhen. In Birka erreichte diese Sorte durchschnittlich 10,23 %, in Luleå 1926 9,64 %. Die entsprechenden Werte für den Zuckergehalt sind 4,96 % und 4,25 %. Ausgedrückt in Prozenten beträgt die Zunahme an Trockensubstanz in Birka 16,7 %, in Luleå 9,0 %, die an Zucker in Birka 25,3 %, in Luleå 7,3 %. Warum nicht auch in Luleå eine wenigstens gleich starke Steigerung im Zuckergehalt stattgefunden hat, soll weiter unten besprochen werden.

Eine mit *Jaatun* in physiologischer Hinsicht sehr nahe verwandte Form ist eine andere norwegische Sorte, nämlich *Trønder*. Diese Sorte hat bei Kultur in Birka 1927 einen um 20,7 % höheren Gehalt an Trockensubstanz und einen um 38 % höheren Gehalt an Zucker erreicht.

Von den übrigen drei in die Tabelle aufgenommenen Sorten hat *Stamm 0559* die schnellste Entwicklung, kurz nach dieser kommt *Moens*, viel langsamer erfolgt dagegen das Wachstum von *Amager*. Die Zunahme der Trockensubstanz bei Kultur in Birka resp. Luleå ist noch bei allen drei Sorten ziemlich kräftig. Sie beträgt für *Stamm 0559* 23,6 %, für *Moens* 10,3 % und für *Amager* 21,8 %. Erheblich geringer ist die Erhöhung des Gehaltes an Zucker. Die entsprechenden Werte sind für *Stamm 0559* 6,0 %, für *Moens* 14,1 % und für *Amager* nur 3,0 %. Letzterer Wert liegt also fast innerhalb der Fehlergrenze.

Es ist sehr auffallend, dass der Zuckergehalt der untersuchten Formen in Luleå eine viel geringere Erhöhung erfährt als in Birka. Luleå hat ja ein etwas günstigeres Klima und liegt weiter nördlich, hat also eine längere tägliche Belichtungsdauer für die Pflanzen. Ein Vergleich des Gehaltes an Rohprotein mit dem an Zucker erklärt einen guten Teil dieser Erscheinung. Die Formen, die gleichzeitig in Alnarp, Birka und Luleå gezogen wurden, zeigen stets in Birka den weitaus niedrigsten Gehalt an Rohprotein. Die höchsten Werte ergab das aus Luleå erhaltene Material. Deutlich kommt dies zum Ausdruck wenn wir so-

wohl Zucker- wie Rohproteingehalt aller Formen aus Alnarp gleich 100 setzen und dann die Werte für Birka und Luleå dementsprechend umrechnen. Wir erhalten dann als Mittelwerte:

	Alnarp	Birka	Luleå
Ditmarsker, Zucker	100	137	142
Rohprotein	100	76	121
Ruhm von Enkhuizen, Zucker	100	147	—
Rohprotein	100	81	—
Jaatun, Zucker	100	126	107
Rohprotein	100	80	111
Moens, Zucker	100	114	—
Rohprotein	100	83	—
Stamm 0559, Zucker	100	—	106
Rohprotein	100	—	132
Amager låg, Zucker	100	—	103
Rohprotein	100	—	121

Wie die Werte zeigen hat der Gehalt an Eiweiss (Rohprotein) verglichen mit dem Wert für Alnarp in Birka durchweg abgenommen, in Luleå dagegen stark zugenommen. Da der Gehalt an Trockensubstanz an den beiden letztgenannten Plätzen annähernd gleichgross gewesen ist, haben wir — vorausgesetzt dass die sonst in den Pflanzen vorkommenden Stoffe in ungefähr gleichem Verhältnisse vorhanden sind — zu erwarten, dass das Material aus Luleå einen niedrigeren Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten aufweist als das aus Birka. Wie die Zahlen in Tabelle 1 dartun ist das auch tatsächlich der Fall. Bei dieser Erscheinung haben wir ferner auch damit zu rechnen, dass bei der Synthese einer grösseren Menge von Eiweiss auch ein grösserer Verbrauch von Energie liefernden Stoffen — hier Kohlehydrate — stattfinden wird.

Der Gehalt an Rohfaser und Asche ist bei der Kultur an verschiedenen Plätzen etwa parallel mit dem an Trockensubstanz gegangen, d. h. er hat ungefähr im gleichen Masse zugenommen. Nur in einem Falle hat eine geringe Ab-

nahme stattgefunden, nämlich bei der Sorte *Jaatun*, kultiviert in Luleå. Vielleicht beruht dies auf einen Zufall.

Sollen die nun besprochenen Resultate, der Gehalt der verschiedenen Formen an Trockensubstanz, Kohlehydrate usw. mit der verschiedenen Tageslänge an den einzelnen Kulturplätzen in sichere Beziehung gebracht werden können, müssen die Fehlergrenzen der Analysenresultate und die Variation der übrigen Faktoren sowie die eventuelle Bedeutung derselben für die in Frage stehende Erscheinung einer genauen Prüfung unterzogen werden. Folgende Punkte kommen hierbei in Betracht.

1. Wie gross sind die Methodikfehler mit denen die erhaltenen Werte behaftet sind?

2. Wie gross sind die durch die unvermeidliche Variation des Materials bedingten Fehler, und schliesslich

3. Wie stark wird die chemische Zusammensetzung des Materials durch die übrigen an den Kulturplätzen wirksamen Faktoren beeinflusst?

Die erste Frage ist leicht zu beantworten. Die grössten Fehler bei der chemischen Untersuchung des Materials sind darauf zurückzuführen, dass man nicht imstande ist eine vollkommen einheitliche Durchschnittsprobe desselben herzustellen. Wenn Sektoren von z. B. Weisskohl zu Mus gemahlen und mehrere Proben des sorgfältig gemischten Muses untersucht werden, variieren die erhaltenen Werte innerhalb gewisser Grenzen. Die hierdurch bedingten Fehler halten sich, wie ich früher zeigen konnte (Lamprecht 1925), im allgemeinen innerhalb von $\pm$ 1,5—2,0 % der Resultate. Die durch die übrigen Analysenmethoden verursachten Fehler sind viel kleiner und können demnach hier ganz vernachlässigt werden.

Was Punkt 2 betrifft, so erscheint es offenbar wünschenswert, dass die durch die Variation des Materials bedingten Fehler sich innerhalb der durch die Methodik verursachten halten. Es hat sich nun herausgestellt, dass Vergleiche, die sich auf die Untersuchung von wenigen

Individuen (2—5) gründen, so gut wie keinen Wert haben. Auf Grund der zahlreichen in dieser Hinsicht angestellten Versuche kann gesagt werden, dass die Durchschnittsprobe aus etwa 20 für die Sorte typischen Individuen sorgfältig hergestellt werden soll. Dann werden auch für die betreffende Form charakteristische Werte erhalten, die im allgemeinen mit keinem grösseren Fehler als $\pm$ 2,0 % behaftet sind. Auch diesbezüglich kann auf die oben zitierte Arbeit (Lamprecht 1925) verwiesen werden. Die hier durch die Methodik und durch die Variation des Materials verursachten Fehler werden uns also berechtigen Unterschiede von etwa 3—4 % an als sicher zu betrachten.

Der oben in Punkt 3 aufgeworfenen Frage müssen wir besondere Aufmerksamkeit widmen. Um aus den erhaltenen Resultaten sicher darauf schliessen zu können, dass die in nördlicheren Gegenden erhöhte Produktion an Kohlehydraten resp. Trockensubstanz hauptsächlich durch die dort grössere Tageslänge verursacht wird, muss untersucht werden welchen Einfluss andere Faktoren, wie Temperatur, Niederschlagsmenge, Luftfeuchtigkeit usw. auf diese Erscheinung ausüben. Die während der letzten Jahre bei uns ungewöhnlich stark schwankenden Witterungsverhältnisse haben eine Klarlegung dieser Frage sehr erleichtert.

Die Beziehungen zwischen Temperatur und Assimilation sind oft Gegenstand von Untersuchungen gewesen. Diese haben dargetan, dass in dem hier in Frage kommenden Temperaturgebiet im Tageslicht einer Temperatursteigerung stets auch eine erhöhte Assimilationstätigkeit folgt. Man könnte daher geneigt sein die Frage damit als erledigt zu betrachten, denn in nördlicheren Gegenden, z. B. in Birka, ist das Monatsmittel für die Tagestemperatur stets niedriger als in Alnarp, weshalb dort auch der Assimilationsprozess mit geringerer Intensität vorsichgehen sollte. So einfach liegt die Sache indessen nicht. Es muss hier eine eventuelle indirekte Wirkung der Temperatur berücksichtigt werden. Die in Tabelle 1 mitgeteilten Zahlen be-

deuten Prozente des frischen Materials. Es wäre also möglich dass Unterschiede in der Temperatur einen verschiedenen Wassergehalt der Pflanze zur Folge haben könnten. Solchenfalls würden die erhaltenen Resultate als Basis für die Beurteilung der Beziehungen zwischen Tageslänge und Kohlehydratproduktion jeden Wert verlieren. Es ist daher unerlässlich die für die Trockensubstanz erhaltenen Werte mit den Temperaturen während der Vegetationsperioden zu vergleichen. Es dürfte genügen die extremsten Fälle zu einem Vergleich heranzuziehen.

In der unten folgenden Zusammenstellung sind die Monatsmitteltemperaturen der Jahre 1923 und 1925 für Birka und Alnarp angegeben. Die Zahlen sind den Jahrbüchern der Staatlichen Meterologisch-Hydrographischen Anstalt entnommen.

		Juni			Juli			August	
Tageszeit ...	8	14	21	8	14	21	8	14	21
1923 Alnarp	11,0	13,3	11,4	16,5	20,1	16,5	14,0	16,6	14,0
Birka	6,0	9,4	7,5	12,6	16,8	14,7	10,1	13,8	11,6
1925 Alnarp	13,8	16,8	14,1	18,5	22,2	17,9	16,5	19,0	16,7
Birka	10,1	14,4	11,0	16,7	20,7	16,6	12,4	15,5	12,0

Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass die Temperatur während dem wesentlichen Teil der Vegetationsperiode 1923 (Juni—August) um 2—4 Grade niedriger gewesen ist als 1925. Dies gilt sowohl für Alnarp wie für Birka. Ferner ist ersichtlich dass die Temperaturunterschiede zwischen Alnarp und Birka auch 2—4 Grade betragen sowie dass die Temperaturen für Birka 1925 ungefähr die gleiche Höhe erreicht haben wie Alnarp 1923. Würde die Temperatur nun innerhalb der hier in Frage kommenden Grenzen einen nennenswerten Einfluss auf den Wassergehalt der Weisskohlpflanzen haben, so sollte dies doch bei einem Vergleich der Werte für Alnarp 1923 und 1925 irgendwie zum Ausdruck kommen. Dies ist aber nicht der Fall. Die Sorte *Ditmarsker* hatte z. B. 1923 einen Gehalt an Trockensubstanz von 6,19 %, 1925 6,08 %, die Sorte

Moens 1923 7,79 %, 1925 7,84 %, die Sorte *Amager låg* 1923 8,44 % und 1925 8,15 % usw. Die geringe Erhöhung oder Erniedrigung der Werte geht nicht mit der Temperatur parallel. Besonders deutlich wird dies wenn man die Werte für alle sieben Jahre (1921—1927) in denen das Material untersucht worden ist, vergleicht. Da wir ferner feststellen können, dass der Trockensubstanzgehalt des Materials aus Birka auch 1925 — wo die Temperatur dieses Platzes gleich der von Alnarp 1923 gewesen ist — um 15—35 % höher gelegen ist als der des Materials aus Alnarp, von sowohl 1923 wie 1925, können wir wohl mit Sicherheit den Schluss ziehen, dass *den hier in Frage kommenden Temperaturschwankungen in ihrer Wirkung auf den Gehalt an Trockensubstanz keine wahrnehmbare Bedeutung zugeschrieben werden kann.*

Auch die der Pflanze zur Verfügung stehende Bodenfeuchtigkeit, die bei gut drainierten Kulturböden in innigem Zusammenhang mit den Niederschlägen steht, scheint keinen grösseren Einfluss auf den Gehalt an Trockensubstanz zu besitzen. Doch lässt sich dieser Einfluss bei grösseren Unterschieden in der Zufuhr von Wasser immerhin feststellen. In besonders extremen Fällen können sogar Differenzen von etwa 5 % der Werte zustandekommen. So hat der Trockensubstanzgehalt der Sorte *Ditmarsker* 1927 in den verschiedenen Versuchen in Alnarp nur 5,50—5,90 % erreicht, während das Mittel für die Jahre 1921—1926 bei ungefähr 6,10 % liegt. Es ist aber nur diese frühe Sorte die 1927 eine gegenüber dem normalen Wert so deutliche Senkung des Trockensubstanzgehaltes erfahren hat. Dies beruht offenbar darauf, dass gerade in den Monaten Juni und Juli, in die 3/4 der Entwickelung dieser Sorte fällt, die Niederschlagsmengen in diesem Jahre das doppelte der normalen erreicht haben. Sie betrugen im Monate Juni 123,2 mm, im Monate Juli 145,4 mm gegenüber den normalen Werten von 62,5 mm für Juni und 78,2 mm für Juli.

Nur in solchen ganz ungewöhnlichen Fällen liess sich eine Beziehung zwischen Wasserversorgung und Trocken-

substanz wahrscheinlich machen. In den allermeisten Fällen dürften die Schwankungen in der Zufuhr von Wasser nicht genügen um im Gehalt an Trockensubstanz irgendwie zum Ausdruck zu kommen.

Zwischen dem relativen Feuchtigkeitsgehalt der Luft und der Stoffproduktion der Weisskohlsorten konnten keinerlei Beziehungen festgestellt werden. Das Gleiche gilt für durch den Wind verursachte Differenzen in der Transpiration. Hier dürften vielleicht in gewissen Zeitpunkten Unterschiede im Gehalt an Trockensubstanz konstatierbar sein.

Was die edaphischen Faktoren betrifft, so kann auf die zahlreichen Versuche hingewiesen werden, die zeigen, dass eine reichliche Düngung auf die Wirkung sonst in den Böden vorhandener Unterschiede einen stark ausgleichenden Einfluss hat. Die Böden an allen erwähnten Plätzen werden stark gedüngt und gründlich bearbeitet. Die pH-Konzentration der in Frage stehenden Böden schwankte zwischen 6,5 und 7,4 der Humusgehalt zwischen 2,8 und 5 %. Soweit an der Hand des gesamten Materials von 1921 bis einschl. 1927 beurteilt werden kann bestand hier zwischen Gehalt an Trockensubstanz und Bodenbeschaffenheit keine ausserhalb der Fehlergrenzen liegende Korrelation.

Schliesslich verbleibt ein vielleicht wichtiger Unterschied in der Qualität und Intensität des Lichtes zu berücksichtigen. Die prozentuelle Zusammensetzung des Tageslichtes aus Licht von verschiedener Wellenlänge ist in Alnarp eine andere als in Birka und Luleå. Infolge des niedrigeren Sonnenstandes an den nördlicheren Plätzen hat das Licht dort einen längeren Weg durch die Atmosphäre zurückzulegen. Da nun die Absorption des Lichtes in der Atmosphäre mit abnehmender Wellenlänge zunimmt wird das Tageslicht in nördlicheren Gegenden ärmer an kurzwelligem Licht sein als in südlicheren. Es fragt sich nun welchen Einfluss diese verschiedene Zusammensetzung des Tageslichtes auf die Produktion an Trockensubstanz resp. Kohlehydraten haben kann.

Dorno (1911, 1919) hat genaue Untersuchungen über die Zusammensetzung des diffusen Tageslichtes und des direkten Sonnenlichtes ausgeführt. Er ist zu dem Resultate gekommen, dass das diffuse Tageslicht stets reicher an ultravioletten Strahlen ist als das direkte Sonnenlicht. Wird die Intensität für Ultraviolett im diffusen Tageslicht, gemessen auf einer horizontalen Flächeneinheit gleich 100 gesetzt, so erhält man hierfür im direkten Sonnenlicht bei einem Sonnenstand von 10° bis 60° Werte von 1,7 bis maximal 89,9. Die Lichtintensität nimmt gegen Norden ab, da der Höhenstand der Sonne nach Norden zu geringer wird. Nun hat Strakosch (1906; siehe Wiesner 1907) vergleichende Kulturen mit Zuckerrüben in diffusem Tageslicht und in direktem Sonnenlicht ausgeführt. Er ist hierbei zu dem Resultate gekommen, dass die Rüben in diffusem Tageslicht allerdings zu normaler Entwickelung gelangen können, dass aber ihre absolute Produktion an Trockensubstanz hierbei eine starke Einbusse erleidet. Dasselbe gilt für den Zuckergehalt. Dieser war um etwa 10 % geringer. Die absolute Menge Trockensubstanz per Wurzel war um mehr als 50 % geringer als bei den »Sonnenrüben».

Auf Grund der von Strakosch erhaltenen Resultate wäre also zu erwarten, dass die Produktion der Pflanzen an Trockensubstanz resp. Kohlehydraten, soweit sie von der Lichtintensität und Qualität abhängig ist, in Birka und Luleå geringer sein sollte als in Alnarp. In den hier untersuchten Fällen ist jedoch stets das Gegenteil der Fall gewesen.

In diesem Zusammenhange sei auch erwähnt, dass Alnarp während der Vegetationsperiode gewöhnlich mehr wolkenlose Tage hatte als Birka.

Gestützt auf die im Vorstehenden mitgeteilten Resultate sowie auf die erörterten Beziehungen zwischen Milieufaktoren und Stoffproduktion glaube ich folgenden Schluss ziehen zu können. In den hier untersuchten Fällen *ist die grössere Tageslänge, der bedeutend längere Lichtgenuss während der Vegetationsperiode so gut wie allein für den höheren Gehalt an Trockensubstanz resp. Kohlehydraten verantwortlich zu machen.*

Es dürfte hier am Platze sein die Resultate der wichtigsten Untersuchungen von Weisskohl in Deutschland zu erwähnen. Aus den älteren Arbeiten von W. Dahlen (1874), J. König und B. Farwick (1876) sowie R. Pott (1876) entnimmt man, dass diese Forscher für den Gehalt an Trockensubstanz des Kopfes um 7,5 % erhalten haben. Eine neuere Arbeit von von Schleinitz (1919) gibt folgende Werte an: *Enkhuizen* 4,91 %, *Poppenburger* 6,73 %. Diese Werte liegen um 10—15 % unter den in Alnarp gefundenen, die älteren Werte auf ungefähr gleicher Höhe. Es muss jedoch zu allen diesen Arbeiten bemerkt werden, dass die Resultate nicht als zuverlässig betrachtet werden können, da meistens nur eine ganz geringe Anzahl von Köpfen, 1—3, zur Untersuchung gelangt sind. Wahrscheinlich dürfte indessen sein, dass der Gehalt an Trockensubstanz in Deutschland keine höheren Werte erreicht als in Alnarp.

Eine wichtige Frage ist bisher gänzlich unbeantwortet geblieben, ob nämlich der höhere Gehalt an Trockensubstanz der in Birka und Luleå gewachsenen Individuen vielleicht mit einer geringeren Entwicklung derselben Hand in Hand geht. Auf diese Frage wird in einem späteren Kapitel eingegangen werden. Hier sei nur erwähnt, dass gewisse Formen gleichzeitig mit der Zunahme der Trockensubstanz sich auch bedeutend stärker entwickeln, andere dagegen nicht.

Die im Vorstehenden besprochenen Faktoren und deren Einfluss auf die Resultate sind natürlich auch bei der Untersuchung der Mohrrüben berücksichtigt worden und scheinen hier in mehr oder weniger demselben Ausmasse Gültigkeit zu haben.

Zu den Versuchen mit Mohrrüben wurden zwei Sorten, *Nantes* und *St. Valery* verwendet. Die erste Sorte ist früh, die zweite spät. Von diesen wurden je vier Parallelparzellen in Alnarp und je vier in Birka gezogen. Jede dieser Parzellen bestand aus 3 Reihen zu 20 Individuen. Zwei Parzellen jeder Sorte kamen bei natürlicher Tageslänge zur Entwicklung, die beiden anderen wurden täglich, mit Aus-

nahme der Sonn- und Feiertage, während $2^1/_2$ Stunden mit einer grossen, hierzu verfertigten Kiste bedeckt. Es geschah dies mitten am Tage von 11,45 bis 2,15. Die Kultur erfolgte an einer gegen Wind ziemlich geschützten Stelle. Damit die Temperatur unter den Kisten nicht nennenswert höher als im Freien werden sollte, wurden diese mit den vier Ecken auf 5—6 cm hohe Holzklötze gestellt. Gesäet wurde in Alnarp am 31. 3., in Birka am 31. 5. Geerntet wurde in Alnarp am 15. 10., in Birka am 30. 9. Untersucht wurden von jeder Parzelle 10 mittelgrosse, typische Wurzeln; also 20 Wurzeln für jede Behandlungsweise und Sorte.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Mohrrüben sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Wie ersichtlich ist der Trockensubstanzgehalt beider untersuchten Formen bei Kultur in Birka stark erhöht. Dies gilt sowohl für die Wurzeln die bei natürlicher Tageslänge wie die bei um $2^1/_2$ Stunden verkürzter gewachsen sind. Noch deutlicher ist die Zunahme im Zuckergehalt.

Die Trockensubstanz der frühen Sorte *Nantes* war in Birka bei natürlicher Tageslänge um etwa 8,5 % höher als in Alnarp, die der späten Sorte *St. Valery* um ca. 14,0 %. Der Zuckergehalt von *Nantes* betrug in Alnarp 5,73 %, in Birka 6,91 %. Dies bedeutet für Birka eine Erhöhung um 20,6 %. Der Zuckergehalt der Sorte *St. Valery* betrug in Alnarp 5,36 %, in Birka 6,72 %, was einer Zunahme um 25,3 % entspricht. Die Steigerung des Gehaltes an Zucker hat also bei Kultur in Birka verglichen mit der der Trokkensubstanz fast das doppelte erreicht. Es lässt sich hier also dieselbe Erscheinung feststellen wie bei den meisten Weisskohlsorten (vgl. S. 90).

Der Rohproteinhalt der Sorte *Nantes* hat in Birka, in Übereinstimmung mit Weisskohl, abgenommen; der Verlust betrug etwa 16 %. Der Rohproteingehalt der Sorte *St. Valery* ist jedoch annähernd unverändert geblieben. Der Rohfaser- und Aschengehalt ist im allgemeinen parallel mit der Trockensubstanz gegangen.

Tabelle 2.

Chemische Zusammensetzung der Mohrrübensorten *Nantes* und *St. Valery* bei Kultur mit verschiedener Tageslänge.

Sorte	Platz und Tageslänge	Trockensubstanz %	Gesamtzucker %	Rohprotein %	Rohfaser %	Asche %
Nantes ...	Alnarp, natürl. Tageslänge ...	11,94	5,73	1,18	0,86	0,93
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	12,14	5,56	1,15	0,87	0,95
	Birka, natürl. Tageslänge.....	12,95	6,91	0,99	0,95	0,86
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	12,23	6,45	1,05	0,92	0,86
St. Valery	Alnarp, natürl. Tageslänge ...	12,75	5,36	1,16	0,97	0,99
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	12,84	5,28	1,23	1,05	1,06
	Birka, natürl. Tageslänge.....	14,54	6,72	1,19	1,10	1,04
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	14,04	6,13	1,25	—	1,10

Vergleichen wir die Werte für die Parzellen mit natürlicher und mit 2 1/2 Stunden verkürzter Tageslänge. Am Material aus Alnarp lässt sich zwischen diesen kein sicherer Unterschied feststellen, und zwar in bezug auf keinen der in Tabelle 2 angeführten Bestandteile. Anders verhält es sich mit dem Material aus Birka. Dort haben sowohl Trockensubstanz- wie Zuckergehalt bei verkürzter Tageslänge deutlich abgenommen. Die Abnahme beträgt für die Trockensubstanz von *Nantes* 5,5 %, von *St. Valery* 3,4 %, für den Zuckergehalt von *Nantes* 6,6 %, von *St. Valery* 8,8 %. Der Gehalt an Rohprotein hat im Gegenteil hierzu bei verkürzter Tageslänge eine Steigerung erfahren. Diese betrug für *Nantes* 6,1 %, für *St. Valery* 5,0 %. Diese Erscheinung stimmt mit der schon beim Weisskohl festgestellten gut überein, dass nämlich der Gehalt an Rohprotein in Birka, also trotz grösserer Tageslänge, jedoch bei niedrigerer Temperatur, stets geringer war als in Alnarp. In bezug

auf den Gehalt an Rohfaser und Asche lassen sich hier auch keine sicheren Unterschiede feststellen.

Ausser den nun besprochenen sehr deutlichen quantitativen Unterschieden in den aufgelagerten Mengen von Trockensubstanz resp. Kohlehydraten lassen sich auch mehr oder weniger qualitative feststellen. Die in den Köpfen vom Weisskohl aufgespeicherte totale Zuckermenge besteht je nach dem Platze wo diese gewachsen sind entweder so gut wie ausschliesslich aus Fehlingsche Lösung direkt reduzierenden Zuckerarten (Glukose) oder zu einem kleineren oder grösserem Teil aus diese erst nach Inversion reduzierenden Zuckerarten (wahrscheinlich Saccharose). Die quantitative Bestimmung des Verhältnisses dieser beiden Gruppen von Zuckerarten erfolgte natürlich mit der Methode von Fehling. Mit der Anwesenheit von Maltose, welche Biose mit Fehlingscher Lösung gleichfalls direkt (ohne vorherige Inversion) reagiert braucht hier wohl nicht gerechnet zu werden. Die Ergebnisse vergleichender Bestimmungen die ich mit derselben Lösung teils mit Polarisation, teils nach Fehling vor und nach Inversion ausgeführt habe, sprechen gegen die Anwesenheit von Maltose. Vollkommen sicher beweisend sind solche Bestimmungen allerdings auch nicht, da doch eine Kombination von Maltose mit einer anderen Monose angegeben werden könnte, die der Grösse der Drehung der Polarisationebene der Glukose entspräche, doch ist diese Möglichkeit wenigstens sehr unwahrscheinlich. Es soll daher im weiteren der Einfachkeit halber nur von Monosen und Biosen gesprochen werden.

Was die Anwesenheit eines kleineren oder grösseren Prozentes von Biosen betrifft, so ist hier mit der Möglichkeit zu rechnen, dass man eventuell etwas zu wenig Biosen findet, da diese unter gewissen Bedingungen in Monosen gespalten werden. Dies könnte z. B. der Fall sein während der Zeit die vom Ernten des Kohles bis zur Ausführung der Analyse verfliesst. In Alnarp hat diese Zeit zwei Tage gewöhnlich nicht überschritten. Bei dem aus Birka und

Luleå erhaltenem Material kann indessen diese Zeit bis zu etwa 10 Tagen erreichen. Wir sollten also — wenn es überhaupt zu einem Verlust von Biosen, einer Spaltung derselben in Monosen kommt — vor allem bei diesem Material aus Birka und Luleå mit einem solchen zu rechnen haben. Es ist aber stets gerade das Gegenteil der Fall gewesen. Die entgegengesetzte Erscheinung, eine Synthese von Biosen aus Monosen, die mit einem Energieverbrauch verbunden ist, brauchen wir im einmal geernteten Kohl wohl nicht zu befürchten.

In Alnarp bestand die gesamte Zuckermenge im Weisskohl mehrmals so gut wie ausschliesslich aus Monosen. In den allermeisten Fällen bestand der Gesamtzucker bis zu höchstens 5—6 % aus Monosen. In Tabelle 3 sind die für Monosen und Biosen erhaltenen Werte der Sorte *Ditmarsker* in Prozenten angegeben.

Tabelle 3.

Gehalt der Weisskohlsorte *Ditmarsker* an Monosen und Biosen bei Kultur an Plätzen mit verschiedener Tageslänge.

Platz und Jahr der Kultur	Gesamtzucker %	Monosen %	Biosen %	Biosen in % des Gesamtzuckers
Alnarp 1924	3,30	2,90	0,40	12,1
» 1925	3,05	2,92	0,15	4,9
» 1926	3,09	2,86	0,23	7,4
» 1927	2,37	2,31	0,06	2,5
Mittel	2,95	2,75	0,21	7,1
Birka 1924	4,01	3,46	0,57	14,2
» 1925	4,08	3,56	0,52	12,7
» 1926	4,16	3,64	0,52	12,5
» 1927	3,92	3,24	0,68	17,4
Mittel	4,04	3,48	0,57	14,1
Luleå 1926	4,21	3,37	0,84	19,9

Wie aus der Tabelle hervorgeht besteht bei dieser Sorte stets der grösste Teil des Gesamtzuckers aus Monosen. Dies gilt für Alnarp, Birka und Luleå. Der Gehalt an Biosen beträgt nur einen geringen Bruchteil des an Monosen. In der letzten Kolonne der Tabelle ist der Gehalt an Biosen in Prozent des Gesamtzuckers angegeben. Vergleichen wir die Werte der einzelnen Jahre für Alnarp mit den entsprechenden für Birka, ergibt sich, dass die letzteren durchweg höher sind. Der Mittelwert für 1924—27 betrug in Alnarp 7,1 %, in Birka 14,1 %, also das doppelte. In Luleå betrug der entsprechende Wert 1926 19,9 %, also fast das dreifache des Wertes für Alnarp. Diese Zahlen scheinen also dafür zu sprechen, dass die Synthese der Kohlehydrate im Weisskohl bei grösserer Tageslänge zum Teil eine höhere Stufe erreicht.

Mindestens ebenso deutlich sind die hier besprochenen Unterschiede im Verhältnis Monosen-Biosen bei der mittel-

Tabelle 4.

Gehalt der Weisskohlsorte *Jaatun* an Monosen und Biosen bei Kultur an Plätzen mit verschiedener Tageslänge.

Platz und Jahr der Kultur	Gesamtzucker %	Monosen %	Biosen %	Biosen in % des Gesamtzuckers
Alnarp 1924	4,07	3,97	0,10	2,5
» 1925	3,61	3,42	0,19	5,3
» 1926	4,10	3,96	0,14	3,4
» 1927	4,07	3,94	0,13	3,1
Mittel	3,96	3,82	0,14	3,6
Birka 1924	4,50	3,84	0,66	14,7
» 1925	5,33	4,85	0,48	9,0
» 1926	4,47	4,08	0,39	8,7
» 1927	5,53	4,58	0,95	17,2
Mittel	4,96	4,34	0,62	12,5
Luleå 1926	4,25	3,62	0,63	14,8

frühen Sorte *Jaatun*. Die mit dieser Sorte erhaltenen Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Der Gesamtzucker besteht bei dieser Sorte in Alnarp für die Jahre 1924—1927 durchschnittlich nur zu 3,6 % aus Biosen, während die entsprechende Zahl für Birka 12,5 % und für Luleå 14,8 % beträgt. Hier haben also die Biosen in den im Norden ausgeführten Versuche das 3—5 fache der in Alnarp erhaltenen Mengen erreicht. Der Gesamtzucker bestand demnach auch bei dieser Sorte in Alnarp zum allergrössten Teil, oder zu 95 bis 97,5 % aus Monosen. Auch die Untersuchung der übrigen fünf Sorten hat ähnliche Resultate ergeben. Diese sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Bei allen fünf Sorten besteht der Gesamtzucker zum grössten Teil aus Monosen. Der Gehalt an Biosen übersteigt im Material aus Alnarp, mit Ausnahme bei der Sorte *Amager låg* 5,5 % nicht. Die früheste von diesen Sorten, *Ruhm von Enkhuizen* enthält nur 2,8 %, während

Tabelle 5.

Gehalt verschiedener Weisskohlsorten an Monosen und Biosen bei Kultur an Plätzen mit verschiedener Tageslänge.

Sorte resp. Stamm	Platz und Jahr der Kultur	Gessamtzucker %	Monosen %	Biosen %	Biosen in % des Gesamtzuckers
Ruhm von Enkhuizen	Alnarp 1927	3,56	3,46	0,10	2,8
	Birka 1927	5,24	4,63	0,61	11,6
Moens	Alnarp 1924	3,61	3,41	0,20	5,5
	Birka 1924	4,12	3,51	0,61	14,8
Trønder	Alnarp 1927	3,89	3,84	0,05	1,3
	Birka 1927	4,37	3,52	0,85	15,8
Stamm 0559	Alnarp 1926	3,82	3,62	0,20	5,2
	Luleå 1926	4,05	3,27	0,78	19,3
Amager låg	Alnarp 1926	3,94	3,47	0,47	11,9
	Luleå 1926	4,06	3,49	0,57	14,0

sie bei Kultur in Birka 11,6 %, also ungefähr das dreifache erreichte. Auch bei der Sorte *Moens* war das Verhältnis Biosen in Alnarp zu Biosen in Birka etwa 1: 3. Das extremste Verhältnis hat in dieser Hinsicht die Sorte *Trønder* aufzuweisen. Bei dieser Sorte bestand der Gesamtzucker in Alnarp nur zu 1,3 % aus Biosen, also ein Wert der innerhalb der Fehlergrenze liegt. Bei Kultur in Birka erreichte dieser Wert dagegen 15,8 %, demnach nicht weniger als das zwölffache. Vom *Stamm 0559* wurden in Luleå fast 5 Mal soviel Biosen gebildet als in Alnarp. Schliesslich haben wir die späteste, also sehr langsam wachsende Sorte *Amager låg*, die in Norrland nie ihre volle Entwicklung erreicht. Bei dieser war der Gehalt an Biosen in Luleå nur wenig höher als in Alnarp, nämlich 14,0 % gegenüber 11,9 %.

Auf Grund der vorliegenden Resultate dürfte als sicher zu betrachten sein, dass *die meisten Weisskohlsorten bei Kultur in nördlichen Gegenden mit grösserer Tageslänge das Mehrfache an Biosen bilden als z. B. in Schonen.* Vielleicht wird in gewissen Sorten bei Kultur in Schonen überhaupt keine Biose gebildet.

Auch an den Mohrrüben haben sich deutliche Unterschiede in der Produktion von Monosen und Biosen im Zusammenhang mit verschiedener Tageslänge feststellen lassen. Diese sind hier vielleicht noch auffallender als beim Weisskohl. Diese Untersuchungen wurden am gleichen Material vorgenommen das zur Bestimmung der im Vorhergehenden besprochenen Analysenzahlen diente. Die hierbei erhaltenen Werte sind in Tabelle 6 ersichtlich.

Die für den Gehalt an Monosen erhaltenen Werte gehen bei einem Vergleich von Birka mit Alnarp bei beiden Sorten in die gleiche Richtung. Im Material aus Birka beträgt der Gehalt an Monosen stets ungefähr das Dreifache als im Material aus Alnarp. So erreichte bei natürlicher Tageslänge in Alnarp die Sorte *Nantes* 1,56 % Monosen, in Birka 4,99 %, die Sorte *St. Valery* in Alnarp 1,64 % und in Birka

4,62 %. Das Entgegengesetzte war mit den Biosen der Fall. Der Gehalt an solchen war stets in Alnarp höher als in Birka; er erreichte hier das 2—2 1/2-fache. Dies zeigen auch deutlich die Werte in der letzten Kolonne der Tabelle 6, in der die Biosen in Prozent des Gesamtzuckers angegeben sind.

Tabelle 6.

Gehalt der Mohrrübensorten *Nantes* und *St. Valery* an Monosen und Biosen bei Kultur mit verschiedener Tageslänge.

Sorte	Platz und Tageslänge	Gesamtzucker %	Monosen %	Biosen %	Biosen in % des Gesamtzuckers
Nantes ...	Alnarp, natürl. Tageslänge	5,73	1,56	4,17	72,7
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	5,56	1,66	3,90	70,0
	Birka, natürl. Tageslänge	6,91	4,99	1,92	27,8
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	6,45	4,84	1,61	25,0
St. Valery	Alnarp, natürl. Tageslänge	5,36	1,64	3,72	69,3
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	5,28	1,33	3,95	74,8
	Birka, natürl. Tageslänge	6,72	4,62	2,10	31,3
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	6,13	4,59	1,54	25,1

Vergleichen wir nun die Werte für volle, natürliche Tageslänge mit den für um 2 1/2 Stunden verkürzte. Wie schon aus Tabelle 2 ersichtlich war, hat der Gesamtzuckergehalt bei verkürzter Tageslänge in allen untersuchten Fällen abgenommen. Wie aus den Werten in Tahelle 6 hervorgeht, war dies weder für die Monosen noch für die Biosen stets der Fall. In der Sorte *Nantes* haben die Biosen bei verkürzter Tageslänge sowohl in Alnarp wie in Birka abgenommen; in der Sorte *St. Valery* haben sie wohl in Birka deutlich abgenommen, in *Alnarp* dagegen schwach zugenommen. Der Gehalt an Monosen der Sorte *St. Valery* ist in Alnarp bei verkürzter Tageslänge deutlich gesunken, in Birka ist er ungefähr gleich geblieben. In bezug auf die

Sorte *Nantes* sind die Differenzen zu gering um als sicher betrachtet werden zu können.

Hinsichtlich des zu den obigen Versuchen verwendeten Stammes der Sorte *Nantes* (0843) muss besonders hervorgehoben werden, dass dieser von allen seit 1921 hier untersuchten Stämmen dieser Sorte abweicht. Dieser Stamm entwickelte sich langsamer und ist besonders hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung stark abgewichen. Die bisher untersuchten Stämme dieser Sorte hatten gewöhnlich einen Trockensubstanzgehalt von 10—11 % und der Gesamtzucker bestand zu etwa $^2/_3$ aus Monosen. Die Trockensubstanz des hier verwendeten Stammes erreichte in Alnarp 1927 12 % und der Gesamtzucker bestand zu etwas mehr als $^2/_3$ aus Biosen anstatt wie gewöhnlich aus Monosen. Erwähnt sei, dass ein anderer auch 1927 in Alnarp untersuchter Stamm von *Nantes* die oben erwähnte normale Zusammensetzung zeigte. Auf diese Erscheinung soll später an a. O. zurückgekommen werden.

Aus der Literatur sind mir nur zwei Beispiele bekannt in denen der Gehalt einer Pflanze an verschiedenen Zuckerarten durch die Milieufaktoren modifiziert worden ist. Es handelt sich um die schon oben erwähnte Untersuchung von Strakosch (1906), sowie um eine Arbeit von W. W. Garner, C. W. Bacon und H. A. Allard (1924). Der erste Forscher hat an Zuckerrüben, die teils im direkten Sonnenlicht, teils im diffusen Tageslicht gewachsen sind den Gehalt an Zucker und Nichtzuckerstoffen, sowie die Zusammensetzung des Zuckers aus Monosen und Biosen bestimmt. Er konnte hierbei folgendes feststellen. »Das Fehlen der direkten Besonnung hat eine namhafte Steigerung der Nichtzuckerstoffe im Rübensafte zur Folge, sowie eine Verringerung des perzentuellen Zuckergehaltes. Letzterer wird jedoch nicht im selben Masse beeinflusst, wie die Substanzmenge des Rübenkörpers» und ferner »Mit der Zunahme der Lichtintensität verringern sich die Monosaccharide im Verhältnis zu den Disacchariden in den Blät-

tern». Leider kenne ich diese Arbeit nur aus dem Referat in Wiesner, Der Lichtgenuss der Pflanzen, weshalb es mir unmöglich ist einen Vergleich mit meinen Zahlen anzustellen.

Soviel ist jedoch ersichtlich, dass Strakosch die Zunahme der Biosen mit der Steigerung der Lichtintensität in Beziehung bringt. Wir könnten ebenso gut sagen Lichtmenge, denn diese ist ja das Produkt aus Lichtintensität und Belichtungsdauer. Die letztere ist in den Versuchen von Strakosch sowohl für die Parzellen im direkten Sonnenlicht wie im diffusen Tageslicht gleich gross gewesen. Man kann demnach auch sagen, dass in den Versuchen von Strakosch grössere Lichtmenge mit höherem Gehalt an Biosen einhergegangen ist. Ein Gegenstück hierzu haben wir in den oben besprochenen Versuchen mit Weisskohl. Wie aus den Tabellen 3, 4 und 5 hervorgeht, bestand der Gesamtzucker desselben bei grösserer Lichtmenge, also in Birka und Luleå, stets zu einem grösseren Teil aus Biosen als in Alnarp bei geringerer Lichtmenge. Diese Erscheinung dürfte indessen keine allgemeine sein. Bei den hier untersuchten Mohrrüben war das Gegenteil der Fall, indem der Gesamtzucker in Birka zu 25—30 %, in Alnarp dagegen zu etwa 70 % aus Biosen bestand. Doch hat der Gehalt an Biosen bei Verkürzung der Tageslänge an einem und denselbem Orte gewöhnlich abgenommen. So ist er z. B. in Alnarp für die Sorte *Nantes* von 4,17 auf 3,90 % gesunken, und in Birka für die Sorte *St. Valery* von 2,10 auf 1,54 %. In Alnarp ist dagegen der Gehalt an Biosen für *St. Valery* von 3,72 auf 3,95 % gestiegen. Diese Frage erfordert jedenfalls weitere Untersuchungen.

W. W. Garner, C. W. Bacon und H. A. Allard (1924, S. 150—152) veröffentlichten einige Analysenresultate erhalten an Material von *Cosmos bipinnatus* und *Raphanus sativus* nach Kultur bei verschiedener Tageslänge. Die Versuche sind in Nordamerika ausgeführt worden. Individuen von *Cosmos bipinnatus* wurden vom 5. August an teils der natürlichen Tageslänge, teils einem Zehnstundentag ausgesetzt.

Zur Untersuchung wurden die Stengel verwendet. Die Verff. teilen die Ergebnisse der Analysen vom 7. 9. und 21. August mit. Da die Resultate aller drei Tage was den Zuckergehalt betrifft in dieselbe Richtung zeigen, führe ich nur die Werte für den letztgenannten Tag an.

Wassergehalt %		Gesamtzucker %		Invertzucker %	
Tageslänge		Tageslänge		Tageslänge	
natürl.	10 St.	natürl	10 St.	natürl.	10 St.
84,89	86,74	16,25	20,75	7,79	10,79

Wie die Zahlen zeigen, hat diese Pflanze auf eine Verkürzung der Tageslänge merkwürdigerweise mit einer Erhöhung des Zuckergehaltes geantwortet. Diese Erscheinung scheint im Zusammenhang mit der Tageslänge nicht leicht erklärbar zu sein. Die Verff. schreiben auch hierüber: »There is no apparent reason for supposing that these changes in carbohydrate content are directly connected with photosynthesis, since the increase in soluble carbohydrate is caused by decrease in the duration of the illumination period.» Die Erscheinung dürfte indessen nicht so schwer zu verstehen sein. Wie aus den Zahlen und aus ihren Angaben ersichtlich ist, geben die Verff. den Zuckergehalt in Prozent der Trockensubstanz an. Da der Gesamtzuckergehalt nur 16,25 % beträgt, haben wir mit einem Rest von nicht weniger als 83,75 % zu rechnen, der aus Rohfaser, Stärke, Eiweissstoffen, Salzen usw. bestehen wird. Es ist sehr gut denkbar, dass die Verkürzung der Tageslänge z. B. einen Abbau von Stärke zur Folge hat und damit wäre die Erklärung der in Frage stehenden Erscheinung schon gegeben. Ausserdem müssen wir feststellen, dass der Gehalt au Wasser zugenommen, der Gehalt an Trockensubstanz daher abgenommen hat, weshalb wenigstens keine Mehrproduktion an Stoffen bei kürzerer Tageslänge stattgefunden zu haben scheint. Eine andere Möglichkeit der Erklärung obiger Erscheinung wäre, dass ein Transport von Kohlehydraten in die untersuchten Stengelteile stattgefunden hat.

Meiner Ansicht nach ist jedoch die erste Erklärungsweise die wahrscheinlichere.

Mit *Raphanus sativus* wurden die Versuche von diesen Verff. so ausgeführt, dass eine Anzahl Pflanzen vom 29. IX. bis 10. I. bei natürlicher Tageslänge, eine andere Serie von Pflanzen während der gleichen Zeit mit Hilfe von elektrischem Licht bei täglich 18-stündiger Belichtung sich entwickeln konnten. Die 18-Stunden-Pflanzen entwickelten sich erheblich stärker. Folgende Werte wurden bei der Analyse erhalten.

	Reduzierender Zucker in 25 cc Saft in g	
	Tageslänge	
	natürlich	18 Stunden
Blattstengel	0,0185	0,0332
Mittlerer Sektor der Wurzel	0,0193	0,0292

Hier lässt sich also bei Kultur in grösserer Tageslänge ein erheblich höherer Gehalt an reduzierendem Zucker feststellen. Diese Resultate stimmen gut mit den von mir im Vorstehenden mitgeteilten. Sichere Schlüsse auf die Zunahme in der Produktion von Zucker bei grösserer Tageslänge können indessen auch aus diesen Werten nicht gezogen werden. Hierzu müssten mindestens der Gehalt an Trockensubstanz und der wichtigeren Bestandteile derselben bekannt sein.

B. *Die Bedeutung der durch die grössere Tageslänge verursachten Steigerung der Kohlehydratproduktion für die Entwicklung der untersuchten Formen.*

Was uns hier zunächst interessieren muss ist das mittlere Gewicht per Individuum das die einzelnen Sorten an den verschiedenen Plätzen erreichen. Aus diesem kann dann mit Hilfe der bekannten Werte für den Gehalt an Trockensubstanz die durchschnittliche Produktion an Trockensubstanz per Individuum berechnet werden.

Hier ist ferner die Frage aufzuwerfen wie lange die untersuchten Formen an den verschiedenen Plätzen zur

Tabelle 7.

Übersicht über das mittlere Gewicht per Kohlkopf und die mittlere Produktion von Trockensubstanz per Kopf bei Kultur an Plätzen mit verschiedener Tageslänge.

Sorte	Platz und Jahr	Mittleres Gewicht per Kohlkopf g	Mittleres Gewicht an Trockensubstanz per Kohlkopf g	Anzahl Tage v. Auspflanzen bis z. Reife resp. Ernte	Relative Wärmesumme
Ditmarsker	Alnarp 1924	2200	133	79	1250
	» 1925	2480	151	80	1407
	» 1926	1780	117	82	1424
	» 1927	2360	130	76	1267
	Mittel	**2205**	**133**	**79**	**1327**
	Birka 1924	2270	182	80	1132
	» 1925	3120	252	68	1020
	» 1926	1865	150	76	1107
	» 1927	3650	285	72	1064
	Mittel	**2726**	**217**	**76**	**1082**
	Luleå 1926	**2955**	**239**	**68**	**1062**
Ruhm von Enkhuizen	Alnarp 1927	3130	**221**	98	1591
	Birka 1927	2960	**278**	110	1442
	Alnarp Mittel 1924—27	**2892**	—	**98**	1599
	Birka Mittel 1924—27	**2212**	—	**104**	**1385**
Moens	Alnarp 1924	3380	**265**	120	1802
	Birka 1924	1590	**138**	112	1476
	Alnarp Mittel 1924—27	**2810**	—	**118**	**1837**
	Birka Mittel 1924—27	**1786**	—	**118**	**1466**
Jaatun	Alnarp 1924	2130	197	115	1753
	» 1925	2220	194	104	1717
	» 1926	1956	175	99	1650
	» 1927	1795	153	106	1701
	Mittel	**2025**	**180**	**106**	**1705**
	Birka 1924	1820	178	105	1403
	» 1925	1480	154	102	1370
	» 1926	1990	197	104	1381
	» 1927	1740	189	110	1434
	Mittel	**1758**	**180**	**104**	**1397**
	Luleå 1926	**2010**	**194**	**98**	**1416**
Amager låg	Alnarp 1926	**2600**	**215**	**147**	**2101**
	Luleå 1926	**1770**	**178**	**125**	**1472**

Erreichung ihrer vollen Reife benötigen und welche Wärmesummen ihnen während diesen Zeiten zur Verfügung gestanden sind.

Für fünf der untersuchten Formen von Weisskohl sind die eben erwähnten Werte in Tabelle 7 zusammengestellt. In der letzten Kolonne sind relative Zahlen für die Wärmesummen angegeben. Diese wurden so erhalten, dass aus den Monatsmittelwerten für die Temperaturen um 9, 14 und 21 Uhr für jeden Monat der Vegetationsperiode das Mittel berechnet wurde, worauf die Anzahl Tage vom Auspflanzen bis zur Reife für jeden Monat mit dem entsprechenden Wert multipliziert und dann die Summe dieser Produkte gebildet wurde. Ein Beispiel soll dies erläutern. Im Jahre 1924 betrugen die Mittelwerte für die Temperatur um 9, 14 und 21 Uhr für Juni 14,7°, für Juli 16,2° und für August gleichfalls 16,2° C. Die Sorte *Ditmarsker* wurde in diesem Jahre am 10. Juni ausgepflanzt. Da diese Sorte bis zu ihrer vollen Reife am 29. August 79 Tage benötigte, haben wir demnach:

Juni	20 Tage	à 14,7°	294
Juli	31 »	à 16,2°	502
August	31 »	à 16,2°	454
		Summe	1250

In gleicher Weise sind alle Werte berechnet. Es dürfte richtiger sein anstatt des Tagesmittels den Mittelwert der drei Temperaturen, um 8, 14 und 21 Uhr, zu diesen Berechnungen zu verwenden. Bei Benützung des Tagesmittels würden die Werte für Alnarp wegen der niedrigeren Temperatur während der Nacht, wo ja die Assimilation auf Grund der Dunkelheit eingestellt ist, zu niedrig ausfallen. Wirklich exakte Vergleichswerte können natürlich auch mit obigem Verfahren nicht erhalten werden. Man müsste eigentlich von den Tagesmittelwerten für die Temperatur während der Assimilationsstunden ausgehen. Die Differenzen zwischen den mit obigem Verfahren erhaltenen relativen

Wärmesummen sind indessen so gross, dass sie als vollkommen sicher betrachtet werden können. Eine Verwendung des exakten, letzterwähnten Verfahrens würde an diesen Differenzen nur wenig ändern.

Aus den Werten in Tabelle 7 geht hervor, dass sich die einzelnen Sorten in bezug auf ihre Entwicklung an verschiedenen Plätzen sehr ungleich verhalten haben. So hat die am schnellsten wachsende Sorte *Ditmarsker* in Alnarp als Mittel für die vier Jahre 1924—1927 ein Gewicht von 2205 g erreicht, in Birka betrug der entsprechende Wert 2726 g und in Luleå für das Jahr 1926 2955 g. Berücksichtigen wir hierbei die gleichzeitig stattgefundene starke Zunahme des Trockensubstanzgehaltes, so wird ersichtlich welche enorme Steigerung die Assimilationstätigkeit an den beiden nördlicher gelegenen Plätzen Birka und Luleå erfahren haben muss. Um diese zahlenmässig vergleichen zu können ist die per Individuum produzierte Menge Trockensubstanz in Gramm zu berechnen. Die hierfür erhaltenen Werte sind in der vierten Kolonne der Tabelle angegeben. Für Alnarp beträgt dieser Wert 133 g, für Birka nicht weniger als 217 g und für Luleå (nur für 1926) 239 g. Demnach eine gewaltige Steigerung. In Wirklichkeit war indessen die Erhöhung der Assimilationstätigkeit eine noch grössere, denn wie aus Kolonne fünf zu ersehen ist, erreichte diese Sorte ihre volle Reife in Birka schon um drei Tage, in Luleå sogar um elf Tage früher als in Alnarp.

Die Sorte, die *Ditmarsker* in der Entwicklungsgeschwindigkeit am nächsten kommt ist *Ruhm von Enkhuizen*. Durchschnittlich erreichte diese ihre volle Entwicklung in Alnarp nach 98 Tagen, in Birka nach 104 Tagen. Aus Tabelle 7 ist ferner zu ersehen, dass das mittlere Gewicht per Kopf dieser Sorte in Alnarp grösser gewesen ist als in Birka. Der Verlust betrug im Mittel (1924—1927) 23,5 %. Trotzdem war die Produktion an Trockensubstanz per Individuum in Birka um 26 % grösser da die Köpfe hier einen

bedeutend grösseren Gehalt an Trockensubstanz aufzuweisen hatten.

Als nächste Sort betrachten wir *Jaatun*. Diese erreicht ihre volle Entwicklung der Köpfe in Alnarp etwa 8 Tage nach *Ruhm von Enkhuizen*. In Birka und Luleå erreicht sie diese indessen etwas früher, in Birka um etwa 2 Tage, in Luleå um ca. 8 Tage. Das mittlere Gewicht der Köpfe war jedoch in Birka um etwa 13 % geringer, in Luleå ungefähr gleich gross als das in Alnarp. Das mittlere Gewicht an Trockensubstanz per Kopf war in Birka 180 g, in Alnarp gleichfalls 180 g und in Luleå 194 g. In Anbetracht der kürzeren Zeit die diese Sort in den nördlicheren Plätzen zur vollen Ausbildung der Köpfe benötigte, war also die Assimilationstätigkeit derselben dort grösser als in Alnarp. Bei *Ruhm von Enkhuizen* ist sie ungefähr gleich gross.

Anders verhalten sich die beiden übrigen in Tabelle 7 aufgenommenen Sorten *Moens* und *Amager låg*. *Moens* hat in Alnarp 1924—1927 ein mittleres Kopfgewicht von 2810 g erreicht, in Birka dagegen nur 1786 g, also ein Unterschied von nicht weniger als 43 %. Da der Trockensubstanzgehalt dieser Sorte in Birka nur um etwa 10 % höher war, erreichte auch die Trockensubstanzproduktion per Individuum in Birka nur einen um gut ein Drittel niedrigeren Wert als in Alnarp. Diese Sorte benötigte an beiden Plätzen ungefähr die gleiche Zeit zu ihrer Entwicklung. Die Sorte *Amager låg* schliesslich, die sich von allen besprochenen am langsamsten entwickelt, verhielt sich ähnlich wie *Moens*. Sie blieb bei Kultur in Luleå verglichen mit Alnarp erheblich in der Entwicklung zurück. Noch ungünstigere Ergebnisse erhält man in Birka, indem die Köpfe dort meistens nicht einmal 1000 g erreichen. Die in Tabelle 7 für die Entwicklungszeit in Luleå angegebene Zahl 125 ist die dort maximal mögliche, entspricht demnach nicht der Zeit die diese Sorte wirklich benötigt um die Köpfe fertig auszubilden, sie ist auch in Alnarp länger.

Vergleicht man nun die in der letzten Kolonne ange-

gebenen Werte für die relativen Wärmesummen, sieht man dass den Sorten in Birka und Luleå stets erheblich geringere Wärmemengen zur Verfügung gestanden sind als in Alnarp. Da gewisse Sorten an diesen Plätzen trotzdem eine mächtigere Entwicklung erfahren haben als in Alnarp ist es offenbar, dass diese bei grösserer Tageslänge sich mit geringeren Wärmesummen begnügen können. Am auffallendsten ist diese Erscheinung bei der Sorte *Ditmarsker*. So hat diese Sorte z. B. in Birka bei einem um ca 23 % geringeren Wärmegenuss um 63 % mehr Trockensubstanz per Individuum ausgebildet.

Ferner deuten die angeführten Zahlen darauf hin, dass gewisse Sorten wie z. B. *Amager låg* nicht imstande sind das Minus an Wärme durch eine verlängerte tägliche Assimilationstätigkeit wettzumachen. Infolgedessen bleiben sie in der Entwicklung verglichen mit der in Alnarp stark zurück. Für diese Deutung spricht auch der Umstand, dass solche Sorten wie *Amager låg* in Härnösand, dem wärmsten Platz in Norrland, der nur etwas südlicher als Birka liegt, sich viel besser entwickelt als in Birka wo die Temperatur durchschnittlich um 1,5° niedriger ist.

Es dürfte nun am Platze sein einen Vergleich zwischen der Anzahl Belichtungsstunden während der Entwicklungsdauer und der Trockensubstanzproduktion per Individuum anzustellen. Unter Belichtungsstunden wird hier die Zeit verstanden während der die Sonne über dem Horizont steht. Es ist klar dass dieser Wert nicht exakt der Assimilationsdauer entsprechen kann, denn in nördlichen Gegenden wo die Sonne täglich längere Zeit nur wenige Grade unter dem Horizont steht, wird wahrscheinlich auch während dieser Zeit eine Assimilation möglich sein. Genaue Werte kann man daher nur nach Bestimmung der Assimilationskurve in ihrer Abhängigkeit von der Lichtintensität und Registrierung dieser letzteren während der Zeit der Entwicklung der Pflanzen erhalten. Die hier mitgeteilten Zahlen können

deshalb nur als Annäherungswerte betrachtet werden, und werden für Birka und Luleå durchweg zu niedrig sein.

	Platz und Jahr	Anzahl Belichtungs-stunden	Trockensub-stanz per Kopf g
Ditmarsker	Alnarp 1924—27	1294	133
	Birka 1924—27	1369	217
	Luleå 1926	1384	239
Ruhm von Enkhuizen	Alnarp 1924—27	1545	(221)
	Birka 1924—27	1786	(278)
Jaatun	Alnarp 1924—27	1641	180
	Birka 1924—27	1801	180
	Luleå 1926	1774	194
Moens	Alnarp 1924—27	1782	(265)
	Birka 1924—27	1949	(138)

Die in Klammern gesetzten Zahlen gelten nur für ein Jahr. Wir sehen dass die Anzahl Belichtungsstunden während der Entwicklungsdauer der Pflanzen in Birka und Luleå durchweg höher gewesen ist als in Alnarp. Hierzu kommt überdies dass die Anzahl Belichtungsstunden an diesen nördlicheren Plätzen für die Sorten *Ditmarsker* und *Jaatun* auf eine kurzere Zeitspanne zusammengedrängt war. Die obige Zusammenstellung zeigt, dass sich die einzelnen Formen, von denen jede eine Gruppe sehr nahe verwandter Biotypen darstellt, sich gegenüber einer Zunahme der Tageslänge ausserordentlich verschieden verhalten.

Ditmarsker hat auf einer Zunahme der Tageslänge mit etwa 15—20 % und gleichzeitiger Abnahme der zur Verfügung stehenden Wärmemenge um etwa 23 % mit einer Erhöhung der Stoffproduktion um ca. 63 % geantwortet, *Ruhm von Enkhuizen* hat diese um etwa 25 % erhöht. Bei *Jaatun* ist sie ungefähr gleich geblieben, *Moens* und *Amager låg* schliesslich haben mit einer bedeutenden Abnahme der Stoffproduktion geantwortet.

Wir können demnach feststellen, *dass verschiedene Biotypen derselben Art gegen verschiedene Tageslänge in sehr*

verschiedener Weise reagieren können. Das Gleiche dürfte für Temperaturveränderungen gelten. Diese verschiedene Reaktion von Biotypen muss offenbar durch die erbliche Konstitution bedingt sein.

Ein ausgezeichnetes Beispiel für eine Beobachtung in bezug auf ungleiches Reagieren gegenüber einer Veränderung der Tageslänge finden wir bei KJELLMAN (1884, S. 520—529). Dieser Forscher hat im Sommer 1879 am Schiff der Vega-Expedition einige vergleichende Versuche mit Kultur bei 12- und 24-stündiger Belichtungsdauer ausgeführt. Er benützte hierzu *Lepidium sativum, Cochlearia fenestrata* und *Catabrosa algida.* Von *Lepidium* wurden Samen, die aus dem mittleren oder südlichen Schweden stammten benützt, von den beiden anderen Arten gelangten junge Pflanzen, die an der Nordküste Asiens eingesammelt worden sind, zur Verwendung. Die Samen resp. jungen Pflanzen wurden in mit aus Schweden mitgebrachter guter Erde in Gefässen zur Entwicklung gebracht. Die Temperatur wurde auf Zimmertemperatur gehalten. Zu den Versuchen wurden möglichst gleich grosse Pflanzen ausgewählt und dann die halbe Anzahl derselben dem 24-stündigen Tageslicht ausgesetzt, während die anderen nur 12 Stunden Belichtung erhielten. Bei Abbruch des Versuches wurden sämtliche Pflanzen sorgfältigst gereinigt und gewogen. Folgende Werte wurden erhalten:

Lepidium sativum ...	12 St.	Licht	3,53	g	mittleres	Gewicht	per	Indiv.
	24 St.	»	3,78	g	»	»	»	»
Cochlearia fenestrata	12 St.	»	1,16	g	»	»	»	»
	24 St.	»	2,10	g	»	»	»	»
dto. Keimpflanzen	12 St.	»	0,015	g	»	»	»	»
	24 St.	»	0,031	g	»	»	»	»
Catabrosa algida	12 St.	»	1,76	g	»	»	»	»
	24 St.	»	2,45	g	»	»	»	»

Die erhaltenen Werte zeigen, dass eine Verlängerung der täglichen Belichtung von 12 auf 24 Stunden bei *Lepi-*

dium sativum eine Gewichtszunahme von nur 7,09 % bewirkt hat, bei *Cochlearia fenestrata* dagegen 81,0 % resp. 126,5 % und bei *Catabrosa algida* schliesslich 39,2 %.

Auf Grund der erhaltenen Resultate erscheint es zweifellos, dass die zu den Versuchen verwendete Form von *Lepidium sativum* eine täglich Belichtungsdauer von mehr als 12 Stunden nur in geringem Grade ausnützen konnte, während *Cochlearia fenestrata*, beziehungsweise die verwendeten Formen dieser Art anscheinend imstande waren eine 24-stündige Belichtungsdauer viel besser auszunützen, denn ihr Gewicht hatte hierbei ungefähr das doppelte erreicht wie bei 12-stündiger Belichtung. Über die Produktion an Trockensubstanz erfahren wir allerdings nichts. Jedenfalls scheinen die angeführten Ergebnisse der Versuche Kjellmans mit den im Vorstehenden entwickelten Ansichten im Einklang zu stehen.

Auch die von mir mit Mohrrüben ausgeführten Untersuchungen bilden einen Beleg für die ungleiche Reaktion der Biotypen bei einer Veränderung der Belichtungsperiodizität. Auch hier lässt sich, soweit es sich um die Entwicklung der Individuen handelt, eine Komplikation mit der Temperatur feststellen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Tabelle 8 wiedergegeben. Sie sollen hier nur kurz besprochen werden.

Vor allem ist aus den Werten zu ersehen, dass eine verkürzte Tageslänge sowohl in Alnarp wie in Birka eine bedeutend schwächere Entwicklung der Wurzeln zur Folge gehabt hat. Diese Beeinträchtigung der Entwicklung ist in Alnarp am deutlichsten. Zwischen den beiden Sorten bestand in dieser Hinsicht aber kein nennenswerter Unterschied. *Nantes* hat in Alnarp bei einer Verkürzung des Tages um 2 1/2 Stunden 35 % an Wurzelgewicht eingebüsst, *St. Valery* 37,6 %. Geringer war die Einbusse an Wurzelgewicht in Birka. Diese betrug nämlich für *Nantes* 21,8 % und für *St. Valery* nur etwa 14 %. Doch war die Entwicklung der Wurzeln an diesem Platze überhaupt eine erheblich

Tabelle 8.

Übersicht über das mittlere Gewicht per Morrübe in den einzelnen Parzellen und die mittlere Produktion von Trockensubstanz per Wurzel bei verschiedener Tageslänge.

Sorte	Platz und Tageslänge	Parzelle	Mittleres Wurzelgewicht g	Mittlerer Gehalt an Trokkensubstanz per Wurzel g
Nantes.....	Alnarp, natürl. Tageslänge	I	410	49,0
		II	341	40,7
		III	310	37,0
		IV	328	39,2
		V	352	42,0
		VI	384	45,9
		Mittel	**354**	**42,3**
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	I	253	30,7
		II	201	24,4
		III	230	27,9
		IV	217	26,3
		V	218	26,5
		VI	261	31,7
		Mittel	**230**	**27,9**
	Birka, natürl. Tageslänge	I	103	13,3
		II	92	11,9
		Mittel	**98**	**12,6**
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	I	71	8,7
		II	83	10,1
		Mittel	**77**	**9,4**
St. Valery ...	Alnarp, natürl. Tageslänge	I	451	57,6
		II	507	64,7
		III	590	75,3
		IV	518	66,1
		V	347	43,9
		VI	519	66,2
		Mittel	**489**	**62,4**
	Alnarp, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	I	349	44,8
		II	261	33,6
		III	354	45,6
		IV	276	35,4
		V	268	34,4
		VI	325	41,7
		Mittel	**305**	**39,2**
	Birka, natürl. Tageslänge	I	99	14,4
		II	89	13,0
		Mittel	**94**	**13,7**
	Birka, Tageslänge 2 1/2 St. verkürzt	I	73	10,2
		II	89	12,5
		Mittel	**81**	**11,3**

schwächere als in Alnarp. Das Wurzelgewicht erreichte hier nur ungefähr 1/4 bis 1/3 von dem in Alnarp. Dies zeigt deutlich, dass diese beiden Sorten von Mohrrüben, zum Unterschied von den meisten untersuchten Weisskohlsorten, nicht imstande gewesen sind die in Birka bedeutend grössere Länge der Tage auszunützen. Es kann fast als sicher erachtet werden, dass diese Erscheinung auf die in Birka niedrigere Temperatur zurückzuführen ist.

Ähnlich verhält es sich mit der mittleren Produktion an Trockensubstanz per Wurzel. Nur treten hier die Unterschiede noch etwas deutlicher zutage. Bei eine Verkürzung der Tageslänge um 2 1/2 Stunden hat *Nantes* in Alnarp per Wurzel um 34 % an Trockensubstanz verloren, *St. Valery* etwa 37 %. Bei Kultur in Birka bewirkte dieselbe Verkürzung der Tageslänge für die Sorte *Nantes* eine Verminderung der Produktion an Trockensubstanz um 25,4 %, bei *St. Valery* eine solche um 17,5 %. Wie ersichtlich stimmt diese Einschränkung in der Produktion an Trockensubstanz gut mit der Abnahme des Wurzelgewichtes überein, es besteht gute positive Korrelation zwischen diesen beiden Erscheinungen. Wie sicher diese Werte sind ergibt sich aus Tabelle 8 in der die Variation derselben für die verschiedenen Parzellen mitgeteilt ist.

Die im letzten Kapitel mitgeteilten Resultate zeigen sehr deutlich, dass verschiedene Formen derselben Art auf Unterschiede in der Tageslänge sehr verschieden reagieren. Bei einem Überblicken diesen Erscheinungen fragt es sich vor allem worauf dieses ungleiche Reagieren zurückzuführen sein kann. Schon in der Einleitung wurde hervorgehoben, dass die Verkürzung der Vegetationsperiode durch die im Norden sich besonders gut entwickelnden Formen dadurch wettgemacht werden könnte, dass diese imstande wären die erheblich grössere Tageslänge besser auszunützen. Formen von Weisskohl wie z. B. *Dilmarsker* u. ähnl. sind hierzu, wie wir gesehen haben, ausserordentlich gut befähigt.

Solche Formen besitzen grosse Entwicklungsgeschwindigkeit, produzieren bei grösserer Tageslänge viel mehr Kohlehydrate und begnügen sich hierbei ausserdem mit einer geringeren Wärmesumme. Man hat natürlich auch damit zu rechnen, dass es Formen geben wird die grössere Ansprüche an die Temperatur stellen. Unter den Formen mit mittlerer Entwicklungsgeschwindigkeit finden wir teils solche die sich gleichfalls mit einer geringeren Wärmesumme begnügen und die ausserdem eine grössere Tageslänge zu einem nennenswerten Teil ausnützen können. Hierher gehören z. B. die Sorten *Jaatun* und *Trønder*. Teils haben wir Sorten mit ebenfalls mittlerer Entwicklungsgeschwindigkeit die grössere Ansprüche an die Temperatur stellen. Sie können eine grössere Tageslänge nur bei Kultur an genügend warmen Orten ausnützen. Ein solches Beispiel bildet die Sorte *Moens*, die bei Kultur in Härnösand in warmen Jahren eine erheblich grössere Entwicklung erreicht als in Alnarp. An kälteren Orten, wie z. B. in Birka bleibt sie jedoch in der Stoffproduktion stark oder wenigstens deutlich hinter der in Alnarp zurück. Schliesslich haben wir langsam sich entwickelnde Formen, wie z. B. *Amager låg* u. ähnl. bei denen erstens das Wachstum zu langsam erfolgt um in nördlichen Gegenden die Reife zu erreichen und die zweitens keine niedrigere Temperatur vertragen ohne dass ihre Assimilationstätigkeit erheblich herabgesetzt wird. In bezug auf diese Formen konnte bei den vorliegenden Untersuchungen nicht festgestellt werden in welchem Grade diese eventuell bei höherer Temperatur imstande wären die grössere Tageslänge auszunützen.

Wir haben hier also bei einem Vergleich verschiedener Formen hauptsächlich *mit drei Ursachen* (Faktoren) *zu rechnen die für die Stoffproduktion und für das Entwicklungsvermögen in nördlicheren Gegenden bestimmend sind:*

1) Die Entwicklungsgeschwindigkeit im Zusammenhang mit der pro Zeiteinheit produzierten Menge Kohlehydrate.

2) Die Anpassung an verschiedene tägliche Assimilationsdauer.
3) Die Temperatur als begrenzender Faktor für die Assimilationstätigkeit in ihrer ungleichen Wirkung bei den einzelnen Formen.

Im Zusammenhang mit der im Norden bei grösserer Tageslänge zunehmenden Produktion an Trockensubstanz und anderen Bestandteilen soll auch daran erinnert werden, dass diese für andere wichtige Eigenschaften der Pflanzen, wie z. B. Kälteresistenz, Haltbarkeit über den Winter, Widerstandskraft gegen Fäulnis usw. von grosser Bedeutung sein kann.

Schliesslich seien hier die wichtigeren Arbeiten kurz besprochen, die sich bisher mit den Beziehungen zwischen Tageslänge und Entwicklung der Pflanzen beschäftigt haben.

Die grosse Bedeutung der langen Tage für die Entwicklung gewisser Kulturpflanzen hat u. a. schon SCHÜBELER erkannt. So schreibt er in seiner grossen Arbeit »Die Pflanzenwelt Norwegens» (SCHÜBELER 1875), dass es nicht die hohe Sommertemperatur allein ist, die es gestattet in Norwegen sogar bis zum 70ten Breitegrad Korn zu bauen; ein Hauptmoment bildet das Licht. Und weiter: »Das lange Tageslicht, oder besser, die fortwährende Helle zur Sommerzeit ist es, welche die Pflanzenentwickelung befördert. — — In der Umgebung von Christiania bedarf, bei einer Mitteltemperatur von 15,5°, die Gerste 90 Tage zur Reife; an den Ufern des Nils bei 21° Wärme gleichfalls 90 Tage, und bei Bechelbronn im Elsass bei 19° Mitteltemperatur 90 Tage. Bei Alten in Norwegen (70° n. Br.) reift die Gerste gewöhnlich auch im Verlauf von 90 Tagen, während die Mitteltemperatur hier im Juni 9,1°, im Juli und August 12,6° ausmacht.» Diese Beobachtungen sprechen offenbar dafür, dass sich gewisse Pflanzen bei einem längeren täglichen Lichtgenuss mit einer geringeren Wärmesumme begnügen können.

Auch dass gewisse Pflanzenarten in nördlicheren Ge-

genden zu mächtigerer Entwicklung gelangen können ist Schübeler bekannt gewesen. So berichtet er in seiner Arbeit »Vaextlivet i Norge» (Schübeler 1879), dass die Blätter mehrerer Arten von Bäumen und anderer Pflanzen im Norden grösser werden.

Exakte neuere Untersuchungen über den Einfluss des Belichtungsrythmus auf die Entwicklung der Pflanzen verdanken wir vor allem Garner und Allard sowie deren Mitarbeitern (1920, 1923, 1924, 1925). Diese Forscher stellten hauptsächlich die Beziehungen zwischen Tageslänge und Blühen sowie Fruchtansatz fest. Garner unterscheidet auf Grund seiner Ergebnisse zwischen 1) »Kurztagpflanzen», die Blüten am besten bei 8—10 Stunden Tageslänge ausbilden und die bei mehr als zwölf Stunden kontinuierlicher, periodischer Belichtung sich nur vegetativ entwickeln; 2) »Langtagpflanzen», die bei einer kürzeren Tageslänge als 12 Stunden nicht blühen und sich am besten bei 14—18 Stunden Belichtung entwickeln; sowie 3) »Stetigblühende» Pflanzen, die unabhängig von den Schwankungen der Tageslänge auch bei kontinuierlicher Belichtung blühen.

Zur ersten Gruppe gehört z. B. der Mammuthtabak. Dieser wird in Übereinstimmung mit der obigen Erfahrung zur Tabakskultur (zum Ernten von Blättern) in Maryland in etwa 39—40° nördl. Breite gebaut, während Samenpflanzen im südlicheren Florida in etwa 27° nördl. Breite gezogen werden. Dieses eine Beispiel dürfte genügen um die grosse Bedeutung der Tageslänge für die Entwicklung der Pflanzen darzutun. Stets wird aber damit zu rechnen sein, dass solche wie die erwähnten Erscheinungen mit inneren physiologischen Verhältnissen zusammenhängen.

Ähnliche Untersuchungen wie die von Garner und Mitarbeitern ausgeführten haben ferner V. Lubimenko et O. Szegloff (1923), J. Adams (1924), T. B. Mcclelland (1924), Hugh C. Mcphee (1924) sowie F. Smith (1926) angestellt. Da diese Forscher indessen auf die Stoffproduktion als solche kaum eingehen, will ich in diesem Zusam-

menhang von einer weiteren Besprechung ihrer Ergebnisse Abstand nehmen.

Hier sei nur noch ein Arbeit von NICHTINGALE (1922) kurz erwähnt. Dieser Forscher hat die chemische Zusammensetzung und die Art des Wachstums einiger Kulturpflanzen in ihrer Abhängigkeit von der Tageslänge und teilweise auch von der Ernährung studiert. Er ist hierbei zur Auffassung gekommen, dass die Tageslänge für die Nutzbarmachung der Kohlehydrate bei der Verwendung des Nitratstickstoffs zur Eiweissynthese eine grosse Rolle spielt. Eine Verkürzung der Tageslänge auf 7 Stunden begrenzte bei gewissen Arten die Synthese von unlöslichen Stickstoffverbindungen aus Nitraten. Die Ergebnisse dieses Forschers können jedoch einstweilen mit den im Vorstehenden von mir mitgeteilten Resultaten nicht in nähere Beziehung gebracht werden.

Zusammenfassung.

1) Es wurden vergleichende Kulturen mit verschiedenen Formen von Weisskohl und Mohrrüben teils an Orten mit stark verschiedener Tageslänge, teils am selben Ort mit natürlicher und künstlich verkürzter Tageslänge ausgeführt und die Entwicklung der Individuen sowie die Produktion an Trockensubstanz, Kohlehydraten und anderen chemischen Bestandteilen mehrere Jahre hindurch studiert. Auch der Einfluss anderer Milieufaktoren wurde hierbei untersucht.

2) Sämtliche untersuchten Formen von Weisskohl und Mohrrüben haben an Orten mit etwa 15 % grösserer Tageslänge einen deutlich grösseren Gehalt an Trockensubstanz — in einzelnen Fällen bis zu 35 % — erreicht.

3) Die gleiche Erscheinung wurde in bezug auf den Gehalt an wasserlöslichen Kohlehydraten gefunden, nur war sie hier oft noch ausgesprochener.

4) Es konnte festgestellt werden, dass mit einer grösseren Produktion von wasserlöslichen Kohlehydraten in der Regel auch eine Zunahme des Gehaltes an nichtwasserlöslichen Kohlehydraten, Zellulose, erfolgte.

5) Der Gehalt an Eiweisstoffen scheint in hohem Grade von den übrigen Milieufaktoren abhängig zu sein.

6) Mit einer Erhöhung der Kohlehydratproduktion und somit des Gehaltes an Trockensubstanz folgte auch eine grössere Aufnahme von unorganischen Salzen.

7) Der Gesamtzucker der untersuchten Formen von Weisskohl bestand bei Kultur in nördlicheren Gegenden mit grösserer Tageslänge zu einem weit grösseren Teil aus Biosen als bei Kultur in Gegenden mit kürzerer Tageslänge. An letzteren Orten bestand der Zucker mehrmals fast ausschliesslich aus Monosen.

8) Die beiden untersuchten Formen von Mohrrüben verhielten sich in dieser Hinsicht verschieden.

9) Die Entwicklung des Weisskohls war verglichen mit der Steigerung des Gehaltes an Kohlehydraten und anderen Bestandteilen für die einzelnen Formen eine sehr verschiedene. Gewisse Formen erfuhren gleichzeitig mit der grösseren Stoffproduktion eine bedeutend mächtigere Entwicklung, andere entwickelten sich ungefähr gleich kräftig und wiederum andere erlitten eine erhebliche Einbusse in der Entwicklung. Im Zusammenhang hiermit hat die Produktion an Trockensubstanz per Individuum teils um bis zu 80 % zugenommen, teils um etwa 50 % abgenommen.

10) Die in nördlicheren Gegenden sich mächtiger entwickelnden Formen von Weisskohl haben die dort grössere Tageslänge besonders gut ausnützen können und dies geschah bei einer gleichzeitig niedrigeren Temperatur als in südlicheren Orten. Solche Formen haben sich bei grösserer Tageslänge mit einer beträchtlich geringeren Wärmesumme während der Vegetationsperiode begnügen können und haben überdies ihre Entwicklung in kürzerer Zeit erreicht als andere.

11) Die untersuchten Formen von Mohrrüben haben bei Kultur in nördlicheren Plätzen eine bedeutend geringere Grösse erreicht. Die Ursache dieser Erscheinung ist zweifellos ein grösserer Bedarf an Wärme.

12) Der hier behandelte gesamte Komplex von Erscheinungen — das verschiedene Verhalten der einzelnen Formen — ist nach den vorliegenden Ergebnissen zum grössten Teil oder fast ausschliesslich auf drei Ursachen zurückzuführen, nämlich teils auf die Entwicklungsgeschwindigkeit im Zusammenhang mit der pro Zeiteinheit produzierten Menge Kohlehydrate, teils auf die Anpassung an verschiedene tägliche Assimilationsdauer und schliesslich auf die Temperatur als begrenzender Faktor für die Assimilationstätigkeit.

Zitierte Literatur.

Adams, J. —1924, The Effect on Tomato, Soy Beans, and Other Plants of Altering the Daily Period of Light. — Amer. Journ. of Bot. XI. 229—232.

Auchter, E. C. and Harley, C. P. —1924, Effect of various length of day on the development and composition of some horticultural plants. — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. *21*, 199—214.

Dahlen, W. —1874, 75, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Gemüsepflanzen. — Landw. Jahrb. *3*. 321—366, 723—751; *4* 613—721.

Dorno, C, —1911, Studie über Licht und Luft des Hochgebirges. Braunschweig.

—, 1919. Physik der Sonnen- und Himmelsstrahlung. Braunschweig.

Garner, W. W. and H. A. Allard —1920, Effect of the relativ Length of Day and Night and others Factors of the Environment on Growth and Reproduction in Plants. — Journ. of Agric. Research. XVIII. 553—606.

—, —1923, Further Studies in Photoperiodism, the Response of the Plant to Relative Length of Day and Night. — Journ. of Agric. Research. XXIII. 871—920.

—, —1925, Localisation of the Response in Plants to Relative Length of Day and Night. — Journ. of Agric. Research. XXXI. 555—566.

—, C. W. Bacon and H. A. Allard —1924, Photoperiodism in Relation to Hydrogen-Jon Concentration of the Cell Sap and the Carbohydrate Content of the Plant. — Journ. of Agric. Research. XXVII. 119—156.

—, C. W. Bacon and C. L. Foubert —1924, Research studies on the curing of leaf tobacco. U. S. Dept. Agr. Bul. Nr. 79.

Ingen-Housz, Jan —1779, Experiments upon vegetables, discovering their great power of purifying common air in the sunshine, and of injuring in the shade and at night. London.

Kjellman, F. R. —1884, Ur polarväxternas lif. Ex. »A. E. Nordenskiöld, Studier och forskningar föranledda af mina resor i höga norden». Stockholm. 463—546.

König, J. u. B. Farwick —1876, Der Gehalt der menschlichen Nahrungsmittel an Nahrungsstoffen im Vergleich zu ihren Preisen. — Zeitschr. f. Biologie *12*, 497—512.

Lamprecht, H. —1923, Torrsubstansbestämning i köksväxter. — Nordisk Jordbrugsforskning. 88—100.

-, - 1925, Chemische Zusammansetzung und biologische Eigenschaften von Sorten und Stämmen einiger Gemüsearten. — Årsskrift fr. Lantbruks- och Mejeriinstitutet vid Alnarp. 1—134.

-, —1926, Köksväxternas kemiska sammansättning och dennas samband med andra egenskaper. — Sveriges Trädgårdsodling. 77—83.

Lubimenko, V. et O. Szegloff —1923, Sur l'adaption des plantes à la durée de la periode claire de la journée. — Compt. Rend. Ac. Sci. Paris. CLXXVI. 1915—1918.

Mcclelland, T. B. —1924, The Photoperiodism of Tephrosia candida. — Journ. of. Agric. Research. XXVIII. 445—460.

Mcphee, Hugh, C. —1924, The Influence of Environment on Sex in Hemp, Cannabis sativa L. — Journ. of Agric. Research. XXVIII. 1067—1080.

Nightingale, G. F. —1922. Light in Relation to the Growth and Chemical Composition of some Horticultural Plants. — Proc. Amer. Soc. Hortic. Sci. College Park. 18—29.

Pott, R. —1876, Untersuchungen über die Stoffverteilung in Kulturpflanzen. Jena. 50 S.

Saussure, T. De —1804, Recherches chimiques sur la végétation. Paris.

Schleinitz, M. Von 1918—19, Über die Zusammensetzung von Gemüse und Gemüseabfall. — Landw. Jahrb. *52* B. 131—278, 781—807.

Schübeler, F. C. —1876, Die Pflanzenwelt Norwegens. Berlin.

—, —1879, Vaextlivet i Norge, med saerligt hensyn till plantegeographien. Christiania.

Smith, F. —1926, Om plantedyrkning i kunstig lys med ett tillegg om elektrokultur. — Norsk Gartnerforenings Tidsskr. *16*. 136—143.

—, —1925, Om lysregulering i plantekulturens tjeneste. — Selsk. Havedyrkningens Venner Medlemsskr. *4*. 106—125.

Strakosch, S. —1906, Über den Einfluss des Sonnen- und des diffusen Tageslichtes auf die Entwicklung von Beta vulgaris. — Österr. ung. Zeitschr. f. Zuckerindustrie. (Zitiert nach Wiesner 1907).

Wiesner, J. —1907, Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig.

Botaniska Notiser 1928, Lund 1928.

Undersökningar över den fossila kutinsubstansens mikrokemi.

Tillika några växtanatomiska iakttagelser å fossilt material.

Av Otto Gertz.

Vid de i naturen försiggående processer, som leda till fossilisation av växt- och djurdelar, förete de organiska substanserna väsentliga olikheter med hänsyn till sin motståndskraft. Cellernas protoplasmatiska beståndsdelar äro ju från kemisk synpunkt i hög grad labila och undergå efter organismens död inom kort fullständig förstöring. Endast tack vare sekundära infiltrationer, exempelvis genom kiselsyrehydrosol, garvsyrelösningar, måhända även hartser, kunna de till någon del, åtminstone strukturellt, bevaras [1]. Å andra sidan äga vissa vid cellmembranen bundna substanser förmåga att även geologiskt sett särdeles länge motstå den slutliga förstöringen. Detta är sålunda fallet med kitin- och kutinsubstanserna, vilka i detta hänseende nå rekordet och med som det synes föga förändrade kemiska egenskaper kunnat påvisas till och med i avlagringar från paleozoisk tid. Men även hos vedsubstansen och cellulosan är under vissa betingelser resistensen anmärkningsvärd, om den ock ej kan jämföras med de nyss nämnda ämnenas.

I och för sig faller väl cellulosan oftast offer för metan-

[1] »Ej sällan kan man .... vid undersökning av även de äldsta kvartära växtlämningar [i torvmossarna] få se celler, hos vilka såväl cellkärna som andra innehållsbeståndsdelar synas så som om de ännu voro bibehållna. Sannolikt föreligger väl något slags pseudomorfos, vid vilken jag har anledning förmoda att cellernas halt av garvsyror spelar en stor roll.» (Gunnar Andersson, 1898, p. 79).

jäsningen, varvid den genom inverkan av bakterier sönderdelas i sumpgas och kolsyra, och går då i allmänhet efter jämförelsevis kort tid spårlöst förlorad [1]. Vid cellulosans

[1] HOLST anför i sitt arbete 1908 (p. 18) en av NORDSTEDT meddelad iakttagelse, enligt vilken ännu bevarad stärkelse träffats i en senglacial avlagring — kalkgyttja — i Sörby mosse. I NORDSTEDTS uppgift, vilken avser de fossila oosporerna av *Chara hispida*, omnämnes sålunda, att »stärkelsekorn, som vid kärnans söndertryckning kommo fram, färgades violetta av jodlösning.» Att stärkelsekornen kunnat bibehålla sig i kemiskt oförändrat tillstånd, låter sig givetvis icke utan vidare förneka, men det torde dock kunna ifrågasättas, huruvida ej denna uppgift beträffande fossil stärkelse beror på förbiseende. En med stärkelsens överensstämmande jodfärgning erhålles nämligen, som jag funnit, å vissa cellväggar i sporkärnan av *Chara*, vilka innehålla en amyloidartad substans. Å andra sidan kan, under förutsättning att det använda reagenset varit klorzinkjod, en liknande färgning ha erhållits å i sporkärnans kalkmassa ingående alkalikarbonat, en substans, vilken, såsom MOLISCH (1920, p. 302) visat (GERTZ, 1921, p. 169; DISCHENDORFER, 1921, p. 138), ger den för stärkelse och cellulosa typiska jodfärgningen. Förutsatt att NORDSTEDTS uppgift är riktig och att stärkelsekorn sålunda verkligen i berörda fall förefunnits — en möjlighet, vilken jag, såsom ovan nämnts, ingalunda vill förneka —, så synes mig stärkelsens påfallande höga resistens i detta fall få tillskrivas det oosporen omgivande, brunfärgade membranhöljet, vilket, såsom OVERTON visat (1890, p. 36), består av kutin- eller suberinsubstans och vars resistens mot förstörande agentier redan DE BARY (1875, p. 381) funnit anmärkningsvärd. I ett eller annat fall, då membranen i fråga undantagsvis förblivit hel och oskadad, har väl denna kunnat till följd av sin impermeabilitet skydda stärkelseinnehållet i oosporen från förstöring genom organismer och av dem utskilda stärkelsehydrolyserande ämnen.

Jag har till jämförelse prövat recent material av *Chara hispida*. Härvid löstes kalkinkrustatet medelst saltsyra, varefter jodjodkalium tillsattes och sporkärnornas residuer sprängdes genom tryck å täckglaset. De stora, i sporkärnorna allmänt förekommande och i mediet uttryckta stärkelsekornen antogo därvid en vinröd till violett färgning, och den slemartade, utanför oosporens förkorkade vägg befintliga membranen, som före preparationen varit inkrusterad med kalciumkarbonat, färgades till följd av sitt amyloidinnehåll vackert blå.

Under särskilda betingelser kan stärkelse bevisligen bibehålla sig förhållandevis länge oförändrad. Bland iakttagelser på det arkeologiska området, som beröra denna fråga, må här erinras om ROSENDAHLS fynd av oförändrade såväl stärkelse- som aleuronkorn i bröd från vikingatiden,

maskering genom inträdande förvedning — denna process må uppfattas såsom inkrustation, infiltration eller snarare såsom en kemisk förändring av cellulosan (esterbildning) genom de ämnen, som äro bärare av vedens specifika egenskaper — når emellertid denna substans en i påfallande grad ökad resistens. Med användande av WIESNERS kromsyrereaktion kunde sålunda GUNNAR ANDERSSON i alla undersökta fall påvisa cellulosa i torvmossarnas fossila, en gång förvedade vävnader (1898, p. 82). Vid upprepade tillfällen har vidare hos brunkol i miocena (resp. tertiära) lager vid prövning på cellulosa[1] med klorzinkjod eller med jodjodkalium och koncentrerad svavelsyra erhållits tydlig reaktion (POTONIÉ, LILPOP, WISBAR, YASUI). I kutiniserade cellväggar fann POTONIÉ cellulosa med tydlig jodreaktion ännu hos fossila växtdelar från underkarbon (kulm).

En betydande resistens tillkommer även vedsubstansen.

---

korn, vilka till följd av stark bränning och kolning av brödets yta blivit bevarade (Östergötland, Vikbolandet samt Ljunga gravfält i Skönberga socken). Den från sistnämnda fyndort härrörande stärkelsen — av *Pisum arvense* — förekom dels i förklistrat tillstånd, dels i form av väl bibehållna nativa korn samt gav med jodjodkaliumlösning vackert blå färgreaktion (ROSENDAHL, 1911, p. 432).

[1] Såsom flera forskare framhållit (HARZ, 1889, p. 42; LILPOP, 1917, p. 22; YASUI, 1925, p. 280), erhålles särskilt å miocent och i allmänhet tertiärt kol vid behandling med klorzinkjod eller med jodlösning och svavelsyra cellulosareaktion, förutom å cellmembranerna, även å en i cellinnehållet befintlig, finkornig massa. Om man bortser från att jodreaktionen ej under alla omständigheter är diagnostiskt entydig (GERTZ, 1921) och utgår från att i dessa fall cellulosa verkligen förelegat, synes mig uppträdandet av ifrågavarande intracellulära cellulosa kunna förklaras genom en vid vedens fossilifiering försiggående partiell pulverisering av membranen, analog med den förändring, WIESNER (1886) erhållit å cellväggarna genom s. k. karbonisering, behandling av vedsubstans med utspädd saltsyra och inkokning av materialet till torrhet. Såsom WIESNER närmare beskrivit, sönderfaller cellmembranen därvid till en snövit, pulverformig massa, hos vilken fortfarande såväl cellulosa- som ligninreaktioner kunna påvisas. Å torvmossmaterial har jag i flera fall iakttagit hos cellväggarna strukturförhållanden, som i påfallande grad erinra om dylik, genom karbonisering sönderfallande ved.

Hos kvartära växtlämningar i torvmossarna framkallar sålunda enligt Gunnar Andersson (1898, p. 82) »ännu alltjämt floroglucin och saltsyra tydlig purpurfärgning, tillkännagivande närvaron av vanillin, fenol och saltsyra blåfärgning i följd av koniferinhalten.» Undersökningar, som jag själv anställt, ha dock visat, att floroglucinreaktionen är särdeles svag och ofta alldeles uteblir vid prövning av från *Dryas*-tiden härrörande material. Ved av *Betula* från en senglacial sandavlagring i Toppeladugårds mosse (Gertz, 1917, p. 510; 1926, p. 21) samt av *Betula nana* jämte *Salix* från Toppeladugårds tegelbruk (Holst, 1906, pp. 9, 10) gav sålunda alls ingen floroglucinreaktion, ej heller visade den den analoga reaktionen med orcin och saltsyra. Däremot erhöll jag å materialet ifråga oförminskade reaktionsutslag såväl med Mäules manganatreagens som vid den av mig (1906, p. XXXVI; 1916, p. 45; 1916, p. 7) närmare beskrivna färgningsreaktionen med anthocyan och svavelsyra [1]. Likaså

[1] Denna reaktion prövades å anförda fossila vedmaterial med lösningar ur anthocyanrika *Begonia*-arter samt ur blad av *Corylus Avellana f. purpurea*. Undersökningen närmare beskriven i mina avhandlingar 1906 (p. XXXVI), 1916 (p. 45) och 1916 (p. 22).

Hos de senglaciala lagrens stam- och grenrester synes i allmänhet barken bibehålla sig bäst. Veden är ofta helt försvunnen och endast barkhylsorna återstå, spröda och merendels starkt kolvandlade.

Vedmaterial från *Trapa*-tiden ger tydlig reaktion med floroglucin och saltsyra, om ock svagare än recent. Detta var sålunda fallet med de av mig anträffade rester av ett fisknät, härrörande från *Trapa*-gyttja (levertorv) i Kallsjö mosse och vilka befunnits härröra av granbast (Gertz, 1926, p. 53). Fuchsinlösning färgade ifrågavarande cellväggar intensivt violettröda. Även ledes visade sig den Mäuleska reaktionen här lika stark som å recent material.

Från mina kvartärpaleontologiska studier må i detta sammanhang omnämnas de hos fossila vedrester i vissa torvmosslager förekommande thyllbildningarna. Sådana uppträda, som jag funnit, allmänt i veden hos *Salix* och *Quercus*, hos den senare med övervägande sklerotisk utbildning. Thyllförande *Salix*-ved har jag träffat å följande lokaler: Lindved (torv, det s. k. *Salix*-skiktet 0,20—0,40 m. över gyttjan; Gertz, 1926, p. 34), Kallsjö (torvlager mellan snäckgyttjan och övre sanden, p. 44; övre sand, p. 45), Saritslöv (torv, p. 62), Hylteberga (snäckförande

ger en vattenlösning av fuchsin hos dylik ved kraftig och fullt normal tinktion. Å andra sidan befanns vid Raun-

lager ovan blåleran, p. 87), Sote mosse i Önnarp (ljusgul gyttja ovan blåleran, p. 99), Mossby (senglacial, blågrå gyttja, p. 106). *Quercus*-ved med sklerotiska thyller förefunnos vidare i nedannämnda torvmosslager: Kallsjö (snäckgyttjans övre del, p. 43; övre sand, p. 45; thyllernas väggar voro i senare fallet ofta utan sklerotisering), Saritslöv (torv, p. 62; särdeles rikligt förekommande thyller), Skateholm (torv, p. 121; thyllblåsorna ovanligt stora och deras väggar starkt sklerotiska). Vid undersökning av fossil ved kan i själva verket förekomsten av thyller och deras utbildning till en viss grad tillerkännas diagnostiskt värde.

Hos *Pinus silvestris* visar veden ofta till följd av den naturliga macerationen vid fossilifieringen en mer eller mindre framträdande spiralformig uppluckring av vedcellernas väggar. Denna kan vid mera genomförd macerering leda till fullständig upplösning av cellväggen i parallellt förlöpande, spiralformiga balkar, en förändring, vilken påfallande erinrar om de strukturförhållanden, som göra sig gällande hos *Pinus*-ved vid dess desorganisering genom parasitsvampar, t. ex. *Polyporus sistotremoides* (Hartig, 1900, p. 178), ävensom under inflytande av kraftigt verkande macerationsmedel (Dippel, 1898, p. 161). Dylika utpräglade spiralstrukturer har jag iakttagit hos *Pinus*-ved i torvmosslager i Lindved (torvens understa del, Gertz, 1926, p. 33) och Skurup (torv under pappgyttjan, 1927, p. 72).

Smärre, barkfria kvistar av fur äro morfologiskt lätt igenkännliga genom de tätt ställda hål, de bära på sin yta efter avfallna eller bortmacererade dvärggrenar.

I detta sammanhang vill jag ävenledes omnämna, att jag iakttagit rikligt förekommande s. k. märgfläckar hos torvmossmaterial av *Alnus*-ved i Kallsjö mosse (övre sand, p. 45), ävensom hos ved av *Betula nana* från senglaciala lager i Lindveds mosse (Gertz, 1917, p. 14; 1926, p. 30). Dessa uppstå genom patologisk förändring av vedens histologiska struktur och härröra, som man länge förmodat, av inverkan av insektlarver. Undersökningar av Nielsen (1906, p. 728) ha i själva verket ådagalagt, att de framkallas av en dipter, *Agromyza carbonaria* Zett.

Hos fossila vedrester förekommer ej sällan pyritisering. Särskilt är detta fallet med ved- och grenmaterial, som inbäddats i torvmossarnas äldsta, *Dryas*-förande eller med dem likvärdiga senglaciala lager. Pyriten uppträder därvid som större eller mindre kulor i vedcellernas lumen, i andra fall ger den sig tillkänna såsom regelbundet kubiska kristaller, vilka i likhet med de förra vid mikroskopisk undersökning framträda såsom mörka, ogenomskinliga kroppar. I några fall har jag därjämte iakttagit pyritbildning i form av beläggningar och såsom

KIÆRS undersökning material av *Potamogeton praelongus (Holstia splendens)* från senglaciala lager vid Toppeladugårds tegelbruk giva med floroglucin-saltsyra kraftig rödfärgning å vissa cellmembraner [1] (HOLST, 1908, p. 11) [2].

inkrustat i cellväggarna, särskilt i och kring porerna, såsom hos *Salix*-ved. Pyritförekomster inom fossila vedrester äro funna i följande av mig undersökta torvmosslager: Allarps mosse i Södervidinge (blålera, pp. 14, 15, *Salix*-ved, bark av *Betula nana;* kulor), Toppeladugårds mosse (brun torvrand omedelbart under senglaciala gyttjan, p. 26, *Betula*-ved; kulor), Sandåkra *(Dryas*-förande, sandig gyttja, p. 80, *Salix*-ved; stora kulor inuti vedcellerna jämte impregnation av cellväggarnas porer; bark av *Betula nana),* Hylteberga (snäckförande lager ovan blåleran, p. 87, epidermis av *Potamogeton*-stjälkar, *Salix*-ved; kulor), Mossby (blågrå gyttja, p. 107, *Betula*- och *Salix*-ved; kristaller jämte stora kulor av pyrit förefunnos särskilt rikligt i det lager å ifrågavarande horisont, som förde skelettrester av fisk), Skateholm (understa delen av gyttjan, p. 117, ved av *Corylus Avellana;* rikligt kubiska pyritkristaller i vedens parenkymceller). I här citerade avhandling (1926, 1927) har jag (p. 111) meddelat en översikt över viktigare litteratur rörande pyritens förekomst i torvmossar och i limniska avlagringar över huvud.

[1] Samma färgning iakttog RAUNKIÆR vid sin undersökning även-ledes å en i intercellulärerna sekundärt inlagrad substans. »Enkelte af de sammentrykte Luftrum er .... fyldt med et Stof, der farves stærkt rödt af Floroglucin-Saltsyre, hvorved man maaske .... kan faa det Indtryk, at man .... har med Styrkevæv at göre.» (HOLST, 1908, p. 11). Kanske föreligger här en vid fossilifisationen inträdd »karbonisering» av samma slag, som i det föregående antytts beträffande intracellulär cellulosasubstans hos brunkol. Härvid är emellertid att märka, att färgreaktionen med floroglucin-saltsyra inträder, förutom å vedmaterial, å arabin och pentoser (arabinos och xylos, enligt WHEELER och TOLLENS) samt å ett flertal aromatiska ämnen, särskilt aldehyder. CZAPEK (1899) har härom lämnat detaljerade upplysningar ävensom senare FUCHS i sin ligninmonografi (1926, p. 169).

[2] Ur ett bitumenförande blad- eller papperskol från tertiärtiden — kallat dysodil — erhöll HARZ (1889, p. 42) vid behandling med alkohol en djupt olivgrön till brungrön lösning, vilken visade, om ock svagt, röd fluorescens och vid undersökning i spektroskopet befanns innehålla klorofyll. Som bärare av detta fossila klorofyll betecknar HARZ (p. 73) en i ifrågavarande avlagring förekommande alg, *Palmella oligocaenica.*

Det kan i detta sammanhang vidare omnämnas, att H. POTONIÉ (1908, p. 133) snmmanställt dels egna iakttagelser, dels ett antal i den

Potonié har hos fossila vedrester närmare undersökt verkningskretsen för den Mäuleska permanganatreaktionen. Han fann därvid förhållandevis god reaktion hos yngre tertiära ligniter, medan äldre gåvo sämre resultat. Däremot giva enligt Potonié tertiära ligniter icke floroglucinreaktion, ej heller reaktionen med anilinsulfat eller resorcin. Ävenså uteblev reaktionen med floroglucin och saltsyra vid de undersökningar, som Yasui anställde, likaledes å brunkolsmaterial. Denne erhöll emellertid med rutheniumrött tydlig färgning hos ifrågavarande cellväggar, en reaktion, vilken synes häntyda på förekomsten av pektinämnen.

Som redan ovan blivit antytt, överträffas emellertid dessa ämnen med hänsyn till sin resistens vida av kutinet, vars motståndskraft synes vara praktiskt taget obegränsad. Särskilt Potonié har fäst uppmärksamheten på denna för kutinsubstansen utmärkande egendomlighet och i flera arbeten (1915, 1920) beskrivit det fossila kutinet med avseende på dess mikrokemiska egenskaper.

Vad till sist resistensen hos kitinet beträffar, så torde denna substans kunna i berörda hänseende väl mäta sig med kutinet. Med som det synes oförändrade kemiska egenskaper har kitin sålunda kunnat påvisas till och med hos fossil från silurtiden. Rosenheim behandlade carapax av en eurypterid, *Pterygotus osiliensis*, från de översiluriska lagren (gotlandium) å Ösel med 3 % saltsyra och erhöll därvid efter uttvättning med utspädd kalihydratlösning en brunfärgad substans, vilken vid behandling med kaliumpermanganat kunde avfärgas och i alla avseenden visade

torvgeologiska litteraturen strödda upplysningar angående förekomsten av klorofyll i yngre och äldre sapropelavlagringar och såväl enligt morfologiska iakttagelser som vid spektroskopisk analys kommit till den slutsatsen, att här verkligen förelegat »wie frisch aus lebenden Pflanzen aufgelöstes Chlorophyll.» En liknande iakttagelse rörande persisterande klorofyll nämnes av Halden (1917, p. 14): »Diatomacéerna [inom slambildningar] innehålla ofta, även på stora djup inom sedimenten, vackert grönt klorofyll, som bidrager till sedimentens karakteristiska gröngrå färg.»

sig vara identisk med recent kitin. Vid hydrolys gav den sålunda den för kitin typiska produkten, glukosamin.

Enligt ett gammalt antagande, som ej blivit fullt bevisat, skulle kitin förefinnas i de understundom väl bevarade resterna av silurtidens graptoliter. De undersökningar, som Wiman och Mörner anställde i syfte att där eventuellt kunna påvisa kitinsubstans, gåvo dock i detta hänseende avgjort negativt resultat (Wiman, 1895, p. 253). Wiman betonar emellertid, att enligt hans uppfattning graptoliterna sannolikt innehållit kitin, vilket vid den fortskridande fossilifieringen förstörts.

Senare undersökningar — av Kraft 1926 — ha emellertid givit vid handen, att i kalcit (östersjökalk) bevarade graptoliter (*Monograptus* och *Diplograptus*) otvivelaktigt ännu innehålla organisk substans. Och Kraft fann i själva verket (p. 220), att av fyra för påvisande av kitin prövade reaktioner tvenne — thymol- och kamferprovet — gåvo å ifrågavarande material positivt resultat. Hos graptoliternas periderm har sålunda den organiska substansen kunnat såsom sådan bibehålla sig ända från ordovicium (undersilur), trots den oerhörda tidrymd, som skiljer nutiden från silurens.

Vad beträffar de i växtriket — hos vissa heterotrofa thallofyter — förekommande kitinartade substanserna, synas dessa ännu icke ha mikrokemiskt prövats å fossilt material [1].

Undersökningar över fossila växtresters mikrokemi ha utförts redan tidigt och av skilda forskare, sålunda år 1855 av Franz Schulze, den bekante upptäckaren av den vid växtanatomiska undersökningar välbekanta och allmänt använda macerationsmetoden. Bortsett från andra, av Schulze gjorda mikrokemiska iakttagelser, lyckades denne med klorzinkjodlösning hos kolartade växtdelar från karbontiden påvisa genom förvedning maskerad cellulosa. De

[1] Beträffande förekomsten av kitin i växtriket föreligger en utförlig och på kritisk prövning av de olika mikrokemiska kitinreaktionerna grundad undersökning av Wettstein (1921).

mera målmedvetna mikrokemiska undersökningarna i denna riktning härröra emellertid från R. Potonié. År 1915 offentliggjorde denne ett kortfattat meddelande och år 1920 ett utförligt arbete över fossila växtdelars mikrokemi över huvud, där han med ett flertal i botanisk mikroteknik använda mikrokemiska reagens kunde hos fossilt växtmaterial i flera fall påvisa cellulosa och kutin, vilka substanser visade föga eller icke förändrade kemiska egenskaper. Ävenledes lyckades Potonié med några för förvedade cellväggar utmärkande reaktioner fastställa förvedning hos ifrågavarande material. Särskilt utförligt behandlar Potonié den fossila kutinsubstansens mikrokemi och uttalar med stöd av sina iakttagelser den uppfattningen, att denna till och med hos karbontidens växtrester bibehållit det recenta kutinets egenskaper oförändrade.

Då jag år 1902 såsom opponent vid lektor Hj. Möllers disputation över Bornholms fossila flora kom att närmare sysselsätta mig med paleobotaniska studier, riktades min tanke på en mikrokemisk undersökning av ifrågavarande, i flera fall särdeles väl bevarade fossil. Vid mina något år tidigare påbörjade undersökningar över Skånes torvmossar hade jag redan ägnat uppmärksamheten åt de kvartära växtfossilens mikrokemi. Mellankommande arbeten på andra botanikens områden nödgade mig emellertid att år efter år uppskjuta undersökningarna ifråga, och först år 1917 återupptog jag för en tid mina studier över rhätlias-växterna, därtill närmast föranledd av Nathorsts iakttagelser å *Dictyozamites Johnstrupi*, där denne å kutikularskeletten påvisat klyvöppningar, vilkas egenartade byggnad ådrogo sig mitt intresse vid de undersökningar, jag då ägnade klyvöppningarnas utbildningsformer. Mina så påbörjade undersökningar över den fossila kutinsubstansens mikrokemi ha sedan dess tid efter annan fullföljts.

Föreliggande uppsats har närmast föranletts av de iakttagelser, jag gjort vid dessa mina mikrokemiska arbeten över det fossila kutinets kemi. Samtliga undersökningar ha anställts å nyss nämnda, redan genom Nathorsts arbeten

bekanta *Dictyozamites Johnstrupi*, vars förhållandevis väl bevarade kutikularskelett visade sig utgöra ett nära nog idealiskt material för ingående såväl mikroskopiska som mikrokemiska studier.

Dictyozamites Johnstrupi förekommer som nämnt i Bornholms rhät-lias-avlagringar. Den anföres därifrån av NATHORST år 1889 (p. 96, tab. 5) och hade redan några år tidigare (1885) där anträffats, nämligen vid Bagaa (Hasle tegelverk). Senare beskrevs denna cycadofyt av BARTHOLIN (1894, p. 104) och HJALMAR MÖLLER (1903, p. 25, tab. 5, fig. 1, 2) samt från anatomisk synpunkt särdeles utförligt av NATHORST i ett år 1907 utgivet arbete (p. 12, tab. 3, fig. 5, 6).

Lämningarna av *Dictyozamites Johnstrupi* äro bundna vid en svartgrå, bitumenhaltig lera, och såväl NATHORST (1889, p. 100) som MÖLLER framhålla, att de här ofta förefinnas så väl bevarade, att de tillåta framställandet av mikroskopiska preparat av epidermiscellernas kutikula. Bladresterna kunna nämligen utan svårighet såsom hela och till formen föga förändrade kutinskelett lösgöras från skiktytorna. De utgöra de ännu bevarade kutikularhinnorna från över- och undersidan jämte ett mellan dem befintligt tunnt, kolartat lager, residuerna av mesofyllets celler. Stundom förefinnas å bergartens skiktytor större, av ett flertal segment bestående, frittliggande bladpartier, vilka nästan erinra om pressade herbarieväxter. Såsom NATHORST framhåller, kunna kutikularskikten lätt befrias från de mellan dem inneslutna kolresterna. Vid blekning med Eau de Javelle, som NATHORST funnit för detta ändamål lämpligast, antaga de en gulaktig färg och kunna då utan vidare göras till föremål för mikroskopiskt anatomisk undersökning. Å de på detta sätt preparerade kutikularhinnorna framträda sålunda fullt tydligt epidermiscellernas konturer, å bladundersidan dessutom där förekommande kutikularpapiller samt de vid interkostalfälten bundna klyvöppningarna [1],

[1] Se härom vidare prof. NATHORSTS senare uppsatser (1912, p. 28; 1912, p. 320; 1913, p. 28).

vilkas stomaceller, såsom redan nämnts, förete särdeles egenartade och från fysiologiskt anatomisk synpunkt intressanta byggnadsförhållanden.

Det i det följande beskrivna materialet av *Dictyozamites Johnstrupi* har jag erhållit av prof. T. G. Halle, som godhetsfullt ställde detsamma till mitt förfogande ur Riksmuseums rika växtpaleontologiska samlingar. Detta material, vilket utgjordes av svarta, kolade bladfragment, underkastades den av Nathorst föreslagna behandlingen med Eau de Javelle. Denna preparation lämnar måhända, då undersökningen gäller kutikulans rent anatomiska förhållanden, de gynnsammaste resultaten. Vid mikrokemiska studier har jag emellertid funnit det mera förmånligt att använda Schulzes macerationsblandning. Metodiken var följande. De fossila bladfragmenten behandlades å ett urglas med stark salpetersyra och försattes med några kristaller av kaliumklorat, varefter blandningen försiktigt uppvärmdes över en Bunsenlåga. Så snart gasblåsor började i rikligt antal utvecklas kring växtdelarna, släcktes gaslågan, och oxidationen av de kolartade ämnena fick fortgå några sekunder, tills de tunna, fina kutinhinnorna isolerades. Massan hälldes då i vatten, kutinhinnorna, som blivit fullkomligt färglösa och glasklara, uttvättades och kunde därefter utan vidare bli föremål för mikrokemisk undersökning. För erhållande av lämpligt undersökningsmaterial är det emellertid av vikt, att macerationen avbrytes i det lämpliga ögonblicket, emedan eljest hinnorna hastigt upplösas och förstöras. En annan preparationsmetod, vilken likaledes lämnade brukbart, fast avgjort sämre undersökningsmaterial, var behandling med kromsyra. Även i detta fall befanns kutinsubstansen vara påfallande resistent, men vid uppvärmning verkade vätskan likaledes i detta fall så energiskt oxiderande, att kutinet upplöstes [1].

[1] Andra klarnings- och svällningsmedel, som jag prövat på de koliga bladresterna av *Dictyozamites*, såsom vätesuperoxid, fenol, kalihydrat, ammoniak och kloralhydrat, visade sig vara för här föreliggande

Å de uttvättade, färglösa kutinhinnorna prövade jag följande, för recent kutin utmärkande mikrokemiska reaktioner [1].

En koncentrerad lösning av kaliumhydroxid framkallar, liksom å recenta kutikularhinnor, intensiv gulfärgning. Särskilt starkt framträder denna på de ställen, där kutinlagret visar lokala förtjockningar, såsom vid epidermiscellernas gränslinjer, där kutinet skjutit kilformiga fortsättningar ned i dessas tvärväggar, å undersidans klyvöppningar och de å epidermiscellernas mitt här befintliga papillerna. Tydligast utfaller reaktionen, om en droppe kalihydrat anbringas vid täckglasets kant och medelst filtrerpapper suges över preparatet. Inträdet av reaktionen och dess successiva förstärkande till följd av koncentrationsökningen hos kalihydratlösningen kan då tydligt iakttagas i mikroskopets synfält.

Vid kokning med koncentrerad kalihydratlösning antager substansen en mörkare, mera brun färg, strukturen blir starkt kornig och kutinhinnan sönderfaller, särskilt vid tryck å täckglaset, i smärre stycken, vilka ofta isolerats från varandra efter epidermiscellernas gränser.

Kokning med kaliumklorat och stark salpetersyra åstadkommer kraftig gasutveckling, och å kutinhinnorna framträder därvid en utpräglat kornig struktur. Efter uttvättning i vatten och behandling av preparaten med absolut

undersökning värdelösa. Däremot lämnade i flera fall behandling med Hofmeisters reagens, koncentrerad saltsyra och kaliumklorat — en särskilt av Kraft (1926, p. 85) rekommenderad macerationsvätska, vilken utvecklar fri klorgas –, kutinhinnor med samma genomskinlighet som de med Schulzes macerationsblandning erhållna. Ännu andra för preparering av fossila växtdelar föreslagna medel, såsom diaphanol (klordioxidättiksyra, rekommenderad såsom klarningsmedel av firman Leitz; Kräusel, 1923, p. 82) och ammoniumpersulfat (Lilpop, 1917, p. 22), har jag ej haft tillfälle att pröva.

[1] Med avseende på dessa, i det följande beskrivna mikrokemiska reaktioner får jag, vad beträffar närmare tekniska detaljer, hänvisa till i litteraturförteckningen anförda arbeten av Zimmermann (p. 146), Tunmann (p. 598) och Molisch (p. 343).

alkohol, eter eller utspädd kalihydratlösning i värme försvinner åter denna struktur, emedan ifrågavarande, av cerinsyra bestående droppar gå i lösning. Liksom den förstnämnda är som bekant även cerinsyrereaktionen typisk för kutin.

Vid behandling med kromsyra visar den fossila kutinsubstansen, som redan nämnts, en relativt hög resistens. Vid kokning upplöses emellertid substansen under bildning av fina korn. Denna reaktion synes inträda lättare hos fossilt kutin än å recent material.

En liknande resistens visar det fossila kutinet gent emot koncentrerad svavelsyra. Det brunfärgas emellertid vid kokning, desorganiseras fullständigt och upplöses.

Jodjodkaliumlösning framkallar gulfärgning. Tillsättes därefter en droppe koncentrerad svavelsyra, inträder hos kutinhinnorna den för kutinet typiska, intensivt kastanjebruna färgningen, vilken bibehåller sig efter preparatens uttvättning och därefter kvarstår oförändrad, om jodens avdunstning förhindras.

Vid undersökning i polarisationsmikroskopet förete fossila kutinhinnor på samma sätt som recent kutin dubbelbrytning. Substansen är därvid optiskt positiv. Dubbelbrytningen är visserligen ej särdeles stark, men kan tydligt påvisas på de växlande interferensfärger, som göra sig gällande i synfältet, om en kvartsplatta vid undersökningen inskjutes i mikroskoptuben. Intressant är, att i detta fall dubbelbrytningen, på samma sätt som Ambronn (1888) funnit vara fallet hos det recenta kutinet, fullständigt försvinner, om preparatet uppvärmes till kokning, men vid avsvalning på nytt inträder. Härav framgår, att ifrågavarande substans även i fossilt tillstånd är uppbyggd av kristalliniska smådelar, vilka smälta vid 100° C. och därvid bliva optiskt neutrala, men vid avsvalning åter antaga kristallinisk utbildning med därav härrörande förmåga av dubbelbrytning.

Redan Dippel (1872, p. 306) fann, att kutin förlorar

sin normala optiska reaktion, då det behandlas med kalilut. Samma förhållande iakttog Ambronn (1888, p. 226) hos denna substans vid inverkan av kokande kloroform och av alkoholiskt kali. Som mina egna iakttagelser givit vid handen, skiljer sig härutinnan fossilt kutin i intet hänseende från det recenta. Även här går sålunda substansens dubbelbrytning i samtliga beskrivna fall förlorad. En försvagning lider den redan vid kutikularhinnornas behandling med Schulzes macerationsvätska.

Fossil kutinsubstans överensstämmer med den recenta även däruti, att den upptager specifika färgämnen och därvid på karakteristiskt sätt tingeras. Sålunda inträder intensiv rödfärgning med det av Daddi och Buscalioni för färgning av kutin och i allmänhet fettartade substanser föreslagna sudan III. Likaså erhålles energisk tinktion med saffranin och erythrosin (röd), såsom redan Nathorst i ovan anförda arbete framhållit (1907). Jag har likaledes prövat de för kutinsubstans typiska färgreaktionerna med alkohollösningar av cyanin, alkannin, klorofyll (Correns) och prodigiosin (Rosenberg) och i samtliga dessa fall funnit hos det fossila kutinet en oförminskad tingibilitet, i det att hinnorna därvid antaga en intensivt blå, resp. rosenröd, grön och röd färg. Svagast utföll färgningen med klorofyll, men även å recent material når som bekant denna reaktion ej de övrigas intensitet.

Även gent emot osmiumsyra förhåller sig fossilt kutin identiskt med det recenta. Kutinhinnorna reducera osmiumsyra och färgas långsamt gråsvarta till följd av inlagring av kolloidalt metalliskt osmium.

Tison och Bäsecke ha fäst uppmärksamheten på ytterligare en serie för kutin karakteristiska färgningsreaktioner. Dessa bestå däruti, att vissa anilinfärgämnen (gentianaviolett, Dahlia, metylgrönt, pariserviolett m. fl.) i alkoholiska, genom tillsats av ammoniak avfärgade lösningar regenereras såsom färgämnen vid beröring med kutin och tingera detta. Jag har prövat denna reaktion med samtliga här anförda

färgämnen och hos det fossila materialet funnit tinktionen inträda med samma precision som å recent kutinsubstans.

Av den här meddelade detaljerade redogörelsen framgår sålunda, att de för recent kutin karakteristiska reaktionerna utan undantag inträda på fullt identiskt sätt även hos fossil kutinsubstans i kutikulan av *Dictyozamites Johnstrupi*. Kutinet äger sålunda en enastående, genom tiderna nära nog obegränsad resistens, vilken rent av kan sägas erinra om de oorganiska ämnenas. De å växtmaterialet ifråga vunna resultaten harmoniera i denna punkt väl med de iakttagelser, POTONIÉ vid begagnande av delvis samma försöksmetodik kunnat göra å fossila växtdelar från karbontiden.

Ett vid våra dagars paleobotaniska undersökningar särdeles viktigt och rikligt resultatgivande forskningsfält erbjuda strukturförhållandena hos de fossila växternas epidermisceller och i särskilt hög grad deras klyvöppningar. Bland forskare, som i vårt land ägnat denna mera anatomiska riktning inom paleobotaniken sin uppmärksamhet, må nämnas NATHORST, HALLE, ANTEVS och FLORIN, vilka i en hel serie avhandlingar utrett de ofta egenartade strukturförhållanden, de fossila växternas bladbyggnad företer. NATHORST har som nämnt undersökt klyvöppningarna hos *Dictyozamites Johnstrupi* och därvid fäst uppmärksamheten på en för dem utmärkande egendomlighet. Slutcellernas väggar äga nämligen här egendomliga förtjockningar, vilka, där de begränsa slutspringan, gripa som tänder in i varandra. De av NATHORST meddelade avbildningarna över tvenne med dylika tillslutningsinrättningar försedda klyvöppningar äro här nedan reproducerade, varjämte några ytterligare varianter i deras byggnad blivit tillagda. THOMAS och BANCROFT omnämna i ett arbete 1913 (p. 186, Pl. 19, fig. 6, Pl. 20, fig. 7) klyvöppningar med liknande byggnad hos en annan art av samma släkte, *Dictyozamites Hawelli*. Vid mina undersökningar över avvikande utbildningsformer hos klyv-

öppningar (1919, p. 61, not 1; 1919, p. 241) har jag fäst uppmärksamheten på de hos *Dictyozamites* förekommande byggnadsförhållandena och ställt dem i sammanhang med en del av Menz (1910, p. 43, Taf. II, fig. 10) hos *Melaleuca acerosa* funna stomatära strukturer. En kanske ännu intressantare överensstämmelse förefinnes emellertid med den sällsamma byggnad, klyvöppningarna förete hos *Nipa fruticans*. Såsom Bobisut först ingående beskrivit (1904, p.

Spaltöffnungen bei *Dictyozamites*. Die Schliesszellen an der Bauchseite mit Membranenfortsätzen versehen, die beim Schliessen der Spalte wie Zähne in einander greifen und dadurch eine mehr oder weniger regelmässige Verzahnung bewirken. — Fig. 1—5: *D. Johnstrupi*, Fig. 6: *D. Hawelli*. 1, 2 nach Nathorst (1907, Taf. 3, Fig. 5, 6), 6 nach Thomas & Bancroft (1913, Taf. 19, Fig. 6), 3—5 Originale. Vergrösserung etwa 300.

349, Taf. I, fig. 1, 2) och andra forskare sedermera bekräftat (Koop, 1907, pp. 147, 154, fig. 20; Holtermann, 1907, p. 210, Taf. XV, fig. 99, 100; Rudolph, 1911, p. 1058; Haberlandt, 1918, fig. 183, p. 431), äro slutcellerna hos denna mangrovepalm på buksidan försedda med ett antal listformiga membranveck, vilka gripa in i varandra, så att här en mer eller mindre regelrätt förtandning kommer till stånd. Om vi bortse från den konstruktionsvarianten, att

ifrågavarande membranveck å slutcellerna hos *Nipa* och *Dictyozamites* utvecklats i skilda plan, äro byggnadsförhållandena i båda fallen fullt analoga. Den förmodan synes mig ligga nära, att den hos mangroveväxten *Nipa* förekommande stomatära tillslutningsinrättningen framgått ur behovet av ökat transpirationsskydd hos de även i andra hänseenden utpräglat xerofila mangroveväxterna och att till följd av liknande vegetationsbetingelser stomatära byggnadsförhållanden av analog art realiserats även hos *Dictyozamites Johnstrupi*. Måhända har denna växt sålunda vuxit vid en saltvattensstrand, i en för det öppna havets vågsvall skyddad lagun, men utsatt för verkningarna av ebb och flod. Även hos denna skulle sålunda nödvändigheten att genom särskilda anordningar nedsätta transpirationen — genom kraftig kutinisering av epidermiscellernas ytterväggar och genom förtandning hos slutcellerna — stå i samband med de skadliga verkningarna av ökade mängder koksalt, som upptagits genom rotsystemet tillsammans med det absorberade vattnet. Kanske har också, i likhet med förhållandet hos recenta mangroveväxter, vattenupptagandet hos *Dictyozamites* övervägande skett därigenom att bladen uppsugit den under natten bildade ymniga daggen, vilken hos mangroveväxterna synes vara den väsentliga källan vid växtens tillgodoseende med nödiga mängder vatten (Holtermann, 1912, p. 12).

De av fytopaleontologerna företrädda uppfattningarna rörande rhät-lias-växternas levnadsförhållanden [1] och anatomiska byggnad motsäga ingalunda, synes det mig, ett dylikt antagande. Dessa växters xerofytstruktur har sålunda redan blivit till fullo klarlagd (Halle, Antevs, Thomas & Ban-

[1] Genom sina ingående studier över den recenta mangrovevegetationen vid Floridas och Västindiens kuster har Abel (1926, p. 172) kastat nytt ljus över de från krit- och tertiärtiden härrörande flyschbildningarna i Europa, vilka han förmodar vara rester av fossila mangroveträsk, och genom därtill anslutna undersökningar bidragit till lösningen av ännu andra paleobiologiska problem.

CROFT). Till belysning av föreliggande spörsmål må även framhållas, att i Skåne saltvatten förefinnes i de lager, som föra sådana växtlämningar (ERDMANN, 1878, p. 272), ävensom att mitt inne i kolflötsen vid Bjuv förekommer en körtel med lämningar av marina musslor (LUNDGREN, 1881, p. 3). Geologiskt är det emellertid svårt att bevisa, att ifrågavarande xerofyter — rhät-lias-tidens pteridofyter och gymnospermer — vuxit i vattnet och ej med floder nedförts från ett annat klimatområde, t. ex. i Skåne på Söderåsens högplatå[1]. Vad den engelska stenkolsformationen beträffar, är man emellertid sedan länge på det klara med, att därvarande xerofyter *(Lepidodendron* m. fl.) såväl till växtsätt som levnadsförhållanden i övrigt nära överensstämma med mangrovesamhällenas.

Zusammenfassung.

Die vorliegende Abhandlung, »Untersuchungen zur Mikrochemie der fossilen Cutinsubstanz, nebst einigen pflanzenanatomischen Beobachtungen an fossilem Material», gibt näheren Aufschluss über die verschiedene Widerstandsfähigkeit einiger den Tier- und Pflanzenkörper zusammensetzenden Stoffe beim Fossilifizieren. Selbst die protoplasmatischen Bestandteile der Zellen bleiben unter Umständen wenigstens strukturel erhalten, was wohl auf eine Bildung von Pseudomorphosen durch Infiltration mit Kieselsäurehydrosol, Lösungen von Gerbstoffen und vielleicht auch von Harzen zurückzuführen sei (S. 129). In der Literatur kommen sogar Angaben vor, dass z. B. Chlorophyll (HARZ, POTONIÉ, HALDEN) und Stärke (NORDSTEDT) in fossilem Zustande nachgewiesen worden sind (S. 130, 134, Note). Der Verf. bespricht näher das angebliche Vorkommen von fossiler Stärke in den Oosporen von *Chara,* welches, vorausgesetzt dass beim Feststellen dieses Vorkommens kein Fehler vorliegt, durch die bekanntlich besonders grosse Widerstandsfähigkeit der cutinisierten Oosporenhülle (DE BARY, OVERTON) erklärt wird (S. 130, Note). In Zusammenhang damit wird noch eine Angabe von beibehaltenen Stärke- und Proteinkörnern aus alten Gräbern (ROSENDAHL) erörtert. Betreffs der in der Zellhaut vorhandenen Stoffe ist mit Chlorzinkjod sowie

[1] Prof. A. G. NATHORST i brev.

auch mit Jodjodkalium und Schwefelsäure Reaktion auf Zellulose schon wiederholt an fossilem Material nachgewiesen worden (Potonié, Lilpop, Wisbar, Yasui), und zwar in maskiertem Zustande — bei verholzten oder cutinisierten Zellwänden — selbst aus dem Untercarbon (Culm). Eingehender wird das mikrochemische Verhalten der verholzten Zellwände bei fossilen Pflanzenteilen besprochen. Die Untersuchungen des Verf.-s haben ergeben, dass aus der *Dryas*-Zeit herrührendes Holz auffallend schwach oder gar nicht die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion ebensowie die Reaktion mit Orcin und Salzsäure gibt. Dagegen tritt die Mäule'sche Manganatreaktion und die vom Verf. entdeckte Färbungsreaktion mit Anthocyan und Schwefelsäure in normaler Weise ein (S. 132). Nach den Untersuchungen von Potonié gelingt die Mäule'sche Reaktion vorzüglich auch an Ligniten und an einigen geologisch noch älteren fossilen Hölzern. Bewerkenswert ist das Vorkommen von Zellulose- und Holzreaktion bei einer intrazellular vorhandenen amorphen Detritussubstanz, was gewissermassen auf eine beim Fossilifizieren vorsichgehende »Carbonisierung» im Sinne von Wiesner hindeutet (S. 131, Note). In Zusammenhang hiermit bespricht der Verf. seine anatomischen Beobachtungen an quartärfossilem Material aus Torfmooren und zwar über das Vorkommen von Thyllen im Holzgewebe bei *Salix* und *Quercus* (S. 132, Note) und von Markflecken bei *Alnus* und *Betula nana* (S. 133, Note). Die strukturelen Veränderungen des Holzes von *Pinus silvestris* bei der natürlichen Mazeration während der Torfbildung erinnern nach dem Verf. genau an die durch Schmarotzerpilze erzeugten Desorganisationserscheinungen und an die beim Mazerieren mit Schulzes Gemisch auftretenden Strukturen. Erörtert wird noch das vom Verf. beobachtete Vorkommen von Pyrit verschiedener Ausbildung an den Pflanzenresten der Torfmoore.

Eine beinahe umbegrenzte Resistenz besitzen die Cutin- und Chitinsubstanzen. Ganz verblüffend ist dabei, dass bei Graptolithen aus dem Untersilur (Ordovicium) die organische Substanz (das Chitin) als solche noch erkennbar ist (Kraft), trotz des ungeheuren Zeitabschnittes, der die Gegenwart vom Silur trennt. — Bei *Pterygotus osiliensis* aus dem Gotlandium auf Ösel hatte schon vorher Rosenheim organische Substanz im Carapax nachgewiesen (S. 135). Besonders ausführlich behandelt der Verf. (S. 137—143) an der Hand eingehender mikrochemischer Untersuchungen das Verhalten der fossilen Cutinsubstanz und gelangt dabei zu der Schlussfolgerung, dass die chemische Natur des betreffenden Stoffs ganz dieselbe geblieben sein dürfte, wie sie zu Lebzeiten der fraglichen Pflanzen war. Als Untersuchungsmaterial dienten die

Blattfragmente eines in den Ablagerungen der Rhät-Lias-Zeit auf Bornholm vorkommenden Cycadophyten, *Dictyozamites Johnstrupi*, der von NATHORST bei Bagaa 1889 beobachtet und dann von HJALMAR MÖLLER und NATHORST eingehend beschrieben wurde. Schon NATHORST weist darauf hin, dass man ohne Schwierigkeit die schwarzen, kohligen Blattreste von der Gesteinsunterlage loslösen und diese durch Oxydation mit Eau de Javelle durchsichtig machen kann. An den auf erwähnte Weise präparierten Cuticularhäuten treten bei der mikroskopischen Prüfung ganz vorzüglich die Epidermiszellen, daneben an der Blattunterseite die Cuticularpapillen und die auf die Intercostalfelder beschränkten, eigenartig gebauten Stomazellen hervor. Als besonders geeignet stellte sich bei den Untersuchungen des Verf.-s die Behandlung mit SCHULZES Mazerationsgemisch heraus (S. 139). Das zuprüfende Material, das aus den reichen phytopaläontologischen Sammlungen des Reichsmuseums in Stockholm zu Verfügung gestellt wurde und das der Verf. dem liebenswürdigen Entgegenkommen von Herrn Prof. T. G. HALLE verdankt, wurde mit konzentrierter Salpetersäure und einigen winzigen Kristallen von Kaliumchlorat versetzt und mit der Bunsenflamme erhitzt, bis dass sich Gasblasen in reichlicher Menge aus den Pflanzenteilen entwickelten. Binnen einigen Sekunden waren die hellen, zarten Cutinhäute isoliert; die Flüssigkeit wurde dann in Wasser gegossen und nach sorgfältigem Auswaschen die ganz durchsichtigen, farblosen Cuticularmembranen mikrochemisch geprüft. Verhältnismässig gute Präparate ergab auch die Behandlung mit Chromsäure und mit HOFMEISTERS Reagens (konzentrierter Salzsäure und Kaliumchlorat); andere vom Verf. zwecks mikrochemischer Prüfung benutzte Präparations- und Aufhellungsmethoden erwiesen sich als wenig geeignet. An den isolierten Cutinhäuten traten die chemischen Reaktionen mit genau derselben Präzision ein, wie an rezentem Cutin. So erzeugt konzentrierte Kalilauge intensive Gelbfärbung, eine Reaktion, die sich besonders instruktiv beim Zufügen des Reagens am Rande des Deckgläschens nachweisen lässt. Bei Behandlung mit kochender Kalilauge tritt eine körnige Struktur hervor und die Substanz zerfällt. Die für das Cutin besonders charakteristische Cerinsäurereaktion tritt beim Kochen mit Salpetersäure und Kaliumchlorat ganz typisch ein; die dabei entstehenden Tröpfchen werden durch absoluten Alkohol, Äther oder verdünnte Kalilauge vollständig gelöst. Gegenüber Chromsäure weist das fossile Cutin eine hohe Resistenz auf, aber beim Sieden zerfällt die Substanz unter Bildung winziger Körner. In ähnlicher Weise verhält sich das fossile Cutin bei Behandlung mit

konzentrierter Schwefelsäure. Beim Erhitzen verfärbt sich dabei die Cutinsubstanz ins Braune. Jodjodkalium ruft Gelbfärbung hervor; fügt man dann konzentrierte Schwefelsäure dazu, so tritt eine dunkel kastanienbraune Färbung des Cutins ein.

Beim Untersuchen im Polarisationsmikroskop zeigt fossiles Cutin eine deutliche, wenn auch schwache Doppelbrechung; die betreffende Substanz ist optisch positiv. Beim Sieden im Wasser geht, wie schon Ambronn an rezentem Cutin nachweisen konnte, die Doppelbrechung verloren; sie tritt aber bei Abkühlung wieder hervor, was zeigt, dass die Cutinsubstanz auch im fossilen Zustande von kristallinischen Bestandteilen aufgebaut ist, die bei 100° C. schmelzen und dabei optisch neutral werden, aber beim Abkühlen ihren kristallinischen Aufbau wieder annehmen und infolgedessen doppelbrechend werden. Die normale optische Reaktion des Cutins verschwindet unwiederruflich bei der Einwirkung von siedendem Chloroform und alkoholischem Kali.

Auch betreffs seiner Tinktionsfähigkeit stimmt in allen Hinsichten das fossile Cutin mit dem rezenten überein. So hat der Verf. die für das Diagnostizieren der Cutinsubstanz überhaupt besonders entscheidenden Tinktionen mit Sudan III, Safranin, Erythrosin, Cyanin, Alcannin, Chlorophyll und Prodigiosin am fossilen Cutin geprüft und das Eintreten derselben in ganz normaler Weise gefunden. Fossiles Cutin reduziert Osmiumsäure und färbt sich infolge der Imprägnation mit kolloidem metallischem Osmium grauschwarz. Schliesslich sei erwähnt, dass die von Tison und Bäsecke für den Nachweis von Cutin empfohlenen Tinktionsreaktionen mit alkoholischen, durch zugefügtes Ammoniak entfärbten Lösungen verschiedener Anilinfarbstoffe (Gentianaviolett, Dahlia, Methylgrün, Pariserviolett), welche bei Berührung mit Cutin als Farbstoffe regeneriert werden und diese Substanz dabei tingieren, ebenfalls in entsprechender Weise mit dem fossilen Cutin eintreten, wie mit dem rezenten.

Die Untersuchungen des Verf.-s haben ergeben, dass sich die für das rezente Cutin charakteristischen Reaktionen ohne Ausnahme auch bei der fossilen Cutinsubstanz der Cuticula von *Dictyozamites Johnstrupi* geltend machen. Dem Cutin kommt demnach eine durch die geologischen Zeitabschnitte beinahe unbegrenzte Resistenz zu, die geradezu an diejenige der anorganischen Stoffe erinnert. Die erwähnten Ergebnisse stimmen in dieser Beziehung sehr gut mit den Untersuchungen überein, die Potonié beim Benutzen einer zum Teil ähnlichen Methodik an fossilen Pflanzenteilen aus dem Culm unternommen hat.

Die Spaltöffnungen bei *Dictyozamites Johnstrupi* bieten eine

in der physiologischen Pflanzenanatomie fast allein dastehende Bauanomalie dar, indem die Stomazellen, wie schon NATHORST beobachtet hat, an der Bauchseite eigentümliche Membranverdickungen besitzen, welche beim Schliessen der Spaltöffnungen als Zähne in einander greifen (S. 143—146). Ähnlich verhalten sich die von THOMAS und BANCROFT bei *Dictyozamites Hawelli* untersuchten Stomata. Eine Parallele findet der Verf. gewissermassen mit dem Verhalten der Spaltöffnungen bei *Melaleuca acerosa* (MENZ), aber noch interessanter ist vielleicht in dieser Hinsicht die Übereinstimmung mit *Nipa fruticans*. Wie BOBISUT und danach KOOP, HOLTERMANN, RUDOLPH und HABERLANDT näher untersucht haben, sind die Spaltöffnungszellen dieser Mangrovepalme an der Bauchseite mit leistenförmigen Membranfalten versehen, die an der Spalte eine mehr oder weniger regelmässige Verzahnung bewirken. Der einzige Unterschied ist im grossen ganzen, dass die Verzahnung bei *Dictyozamites* und *Nipa* in verschiedenen Ebenen liegt. Der Verf. spricht die Vermutung aus, dass die erwähnten analogen Bauverhältnisse auch analogen Vegetationsbedingungen entsprechen und dass demnach *Dictyozamites* eine Mangrovepflanze darstellt. Die stomatären Verstopfungseinrichtungen sowie auch die kräftige Entwicklung der cutinisierten Epidermiszellwände wären dann aus dem Bedürfnis dieser zwar ausgeprägt xerophilen Pflanze hervorgegangen, einen effektiven Transpirationsschutz zu schaffen, um dadurch der Beschädigung durch die mit dem Meereswasser absorbierten übermässigen Salzmengen entgehen zu können. Der Verf. weist in diesem Zusammenhang auf die vorherrschende Xerophytenstruktur der rhätliassischen Pflanzen überhaupt (HALLE, ANTEVS, THOMAS & BANCROFT) hin, ferner auch auf das Vorkommen von Salzwasser in den dieselben Florenüberreste einschliessenden Schichten in Schonen (ERDMANN) und insbesondere auf das bemerkenswerte lokale Vorkommen von marinen Lamellibranchiaten im Kohlenflötze bei Bjuv (LUNDGREN). Daneben werden auch als eine Parallele die Kohlenbildungen des englischen Carbons erwähnt, welche ja die Paläobotaniker schon längst als fossile Mangrovesümpfe gedeutet haben.

Literaturförteckning.

ABEL, O. Amerikafahrt. Eindrücke, Beobachtungen und Studien eines Naturforschers auf einer Reise nach Nordamerika und Westindien. Jena 1926. p. 172: Fossile Mangrovesümpfe; ein Lösungsversuch des Flyschproblems.

Ambronn, H. Ueber das optische Verhalten der Cuticula und der verkorkten Membranen. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd 6. 1888. p. 226).

Andersson, G. Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora. (Bulletin de la Commission géologique de Finlande. N:o 8. Helsingfors 1898).

Antevs, E. Die Gattungen Thinnfeldia Ett. und Dicroïdium Goth. (Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd 51. N:o 6. 1914).

Bartholin, C. F. Nogle i den bornholmske Juraformation forekommende Planteforsteninger. II. (Botanisk Tidsskrift. Bind 19. Kjøbenhavn 1894—95. p. 87).

Bary, A. de. Zur Keimungsgeschichte der Charen. (Botanische Zeitung. 33. Jahrgang. 1875. pp. 377, 393, 409).

Bobisut, O. Zur Anatomie einiger Palmenblätter. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Kl. Bd 113. Abt. I. Wien 1904. p. 345).

Buscalioni, L. Der Sudan III und seine Verwendung in der botanischen Mikrotechnik. (Botanisches Centralblatt. Bd 76. 1898. p. 398).

Bäsecke, P. Beiträge zur Kenntnis der physiologischen Scheiden der Achsen und Wedel der Filicinen, sowie über den Ersatz des Korkes bei dieser Pflanzengruppe. (Botanische Zeitung. 66. Jahrg. 1908. I. Abt. p. 25).

Correns, C. E. Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der extranuptialen Nectarien von *Dioscorea*. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Cl. Bd 97. Abth. I. Wien 1888. p. 651).

Czapek, Fr. Ueber die sogenannten Ligninreactionen des Holzes. (Zeitschrift für physiologische Chemie. Bd 27. 1899. p. 141).

Dippel, L. Das Mikroskop und seine Anwendung. Zweiter Theil. 1872.

—. Das Mikroskop und seine Anwendung. Zweiter Theil. Zweite Auflage. 1898.

Dischendorfer, O. Über die Bläuung in Pflanzenaschen durch Chlorzinkjod. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd 38. 1921. p. 138).

Erdmann, E. Meddelanden från djupborrningar i Skåne. I. Salthaltigt vatten ur Trias-lagren vid brunnsborrningar i Helsingborg. (Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd IV. 1878—79. p. 272).

Florin, R. Über Cuticularstrukturen der Blätter bei einigen rezenten und fossilen Coniferen. (Arkiv för botanik. Bd 16. 1921. N:o 6).

Fuchs, W. Die Chemie des Lignins. Berlin 1926.

Gertz, O. Studier öfver anthocyan. Akademisk afhandling. Lund 1906.

. Anthocyan als mikrochemisches Reagenz. (Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 12. Nr 5. 1916).

GERTZ, O. Über die Verwendung von Anthocyanfarbstoffen für mikrochemische Zwecke. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd 33. 1916. p. 7).

. Några nya fyndorter för arktiska växtlämningar i Skåne. (Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd 30. 1917. p. 503).

—. Studier öfver klyföppningarnas morfologi med särskild hänsyn till deras patologiska utbildningsformer. (Lunds Universitets Årsskrift. N. F. Avd. 2. Bd 15. Nr 7. 1919).

—. Über einen neuen Typus stomatärer Thyllenbildung nebst anderen Beobachtungen zur pathologischen Anatomie des Spaltöffnungsapparates bei Paeonia paradoxa. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd 37. 1919. p. 237).

. Jodstärkelsereaktionen och dess diagnostiska entydighet. (Botaniska Notiser. 1921. p. 165).

. Stratigrafiska och paleontologiska studier över torvmossar i Södra Skåne. I, II. (Bilaga till redogörelse för Lunds högre allmänna läroverk under läsåren 1925—1926 och 1926—1927. — Även distribuerad som Meddelande från Lunds Universitets Geologisk-mineralogiska Institution N:o 30, 31).

GOTHAN, W. Über die Methoden und neue Erfolge bei der Untersuchung kohlig erhaltener Pflanzenreste. (Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrgang 1915. p. 43).

HABERLANDT, G. Physiologische Pflanzenanatomie. Fünfte Auflage. Leipzig 1918.

HALDEN, B. E. Om torvmossar och marina sediment inom norra Hälsinglands Litorina-område. Akademisk avhandling. Stockholm 1917. (Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. N:o 280. Årsbok 11 (1917): N:o 1).

HALLE, T. G. Some xerophytic leaf-structures in Mesozoic plants. (Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd 37. 1915. p. 493).

HARTIG, R. Lehrbuch der Pflanzenkrankheiten. Dritte Auflage. Berlin 1900.

HARZ, C. O. Ueber den Dysodil. (Botanisches Centralblatt. Bd 37. 1889. pp. 39, 72).

HOLST, N. O. De senglaciala lagren vid Toppeladugård. Med beskrifning af ett nytt växtfossil, Holstia splendens, af O. HAGSTRÖM. (Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. N:o 200. 1906).

—. Efterskörd från de senglaciala lagren vid Toppeladugård. (Sveriges Geologiska Undersökning. Ser. C. N:o 210. Årsbok 2 (1908): N:o 2).

HOLTERMANN, C. Der Einfluss des Klimas auf den Bau der Pflanzengewebe. Leipzig 1907.

—. In der Tropenwelt. Leipzig 1912.

KOOP, H. Anatomie des Palmenblattes mit besonderer Berücksichtigung ihrer Abhängigkeit von Klima und Standort. (Beihefte zum Bota-

nischen Centralblatt. Band XXII. Erste Abteilung. 1907. p. 85).

Kraft, P. Eine neue Methode zur Entfärbung des rezenten und fossilen Chitins, sowie fossiler Cellulose. (Die Naturwissenschaften. 14. Jahrg. 1926. p. 85).

—. Ontogenetische Entwicklung und Biologie von Diplograptus und Monograptus. (Palaeontologische Zeitschrift. Bd VII. 1926. p. 207).

Kräusel, R. Paläobotanische Notitzen. VII. Über Papillenbildung an den Spaltöffnungen einiger fossiler Gymnospermen. (Senckenbergiana. Bd V. Frankfurt a. M. 1923. p. 81).

Lilpop, J. Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen der Mineralkohlen. (Bulletin International de l'Académie des sciences de Cracovie. Cl. d. sciences math. et nat. Serie B. 1917. p. 6).

Lundgren, B. Undersökningar öfver molluskfaunan i Sveriges äldre mesozoiska bildningar. (Lunds Universitets Årsskrift. Tom. 17. 1881).

Menz, J. Über die Spaltöffnungen der Assimilationsorgane und Perianthblätter einiger Xerophyten. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Kl. Bd 119. Abt. 1. Wien 1910. p. 33).

Molisch, H. Über die Bläuung von Pflanzenaschen durch Chlorzinkjod. (Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Bd 38. 1920. p. 299).

—. Mikrochemie der Pflanze. Zweite Auflage. Jena 1921.

Möller, Hj. Bidrag till Bornholms fossila flora (rhät och lias). Pteridofyter. (Lunds Universitets Årsskrift. Bd 38. Afd. 2. N:r 5. 1902).

—. Bidrag till Bornholms fossila flora (rhät och lias). Gymnospermer. (Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd 36. 1903. N:o 6).

Nathorst, A. G. Sur le présence du genre *Dictyozamites* Oldham dans les couches jurassiques de Bornholm. (Oversigt over det kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger. Aaret 1889. København 1889—1890. p. 96).

—. Paläobotanische Mitteilungen 1 & 2. (Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Band 42. N:o 5. 1907). — 2. Die Kutikula der Blätter von Dictyozamites Johnstrupi Nath. p. 12.

—. Märkliga bevaringstillstånd af fossila växter. (Svenska Vetenskapsakademiens Årsbok för år 1912. p. 305).

—. Einige paläobotanische Untersuchungsmethoden. I. Die Schulzesche Mazerationsmethode. (Paläobotanische Zeitschrift. Bd I. 1912. p. 26).

—. Undersökningar af forna tiders kutiniserade växtdelar. (Populär naturvetenskaplig revy. 3. årgång. 1913. p. 27).

Nielsen, J. C. Zoologische Studien über die Markflecke. (Zoologische Jahrbücher. XXIII. Jena 1906. p. 725).

Overton, E. Beiträge zur Histologie und Physiologie der *Characeen*. (Botanisches Centralblatt. Bd 44. 1890. pp. 1, 33).

Potonié, H. Die rezenten Kaustobiolithe und ihre Lagerstätten. Bd I. Die Sapropelite. Berlin 1908. (Abhandlungen der k. Preussischen Geologischen Landesanstalt. N. F. Heft 55).

Potonié, H. & Gothan, W. Paläobotanisches Praktikum. Berlin 1913.

Potonié, R. Mikrochemisches über kohlig erhaltene fossile Pflanzenreste und praktische Resultate durch deren Färbung. (Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Jahrgang 1915. p. 116).

—. Über die Diathermie [Epidermen] einiger Carbon-»Farne». (Beihefte zum Botanischen Centralblatt. Bd 32. Abt. 1. 1915. p. 468).

—. Der mikrochemische Nachweis fossiler kutinisierter und verholzter Zellwände sowie fossiler Zellulose und seine Bedeutung für die Geologie der Kohle. (Jahrbuch der Preussischen Geologischen Landesanstalt zu Berlin 1920. Bd 41. Teil I. p. 132).

Rosenberg, O. Ueber die Verwendung von Prodigiosin in der botanischen Mikrotechnik. (Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie. Bd 15. 1898. p. 56).

Rosendahl, H. V. Ärtbröd från vikingatiden (800—1050 e. Kr.). (Svensk Botanisk Tidskrift. Bd 5. 1911. p. 432).

Rosenheim, O. Chitin in Carapace of *Pterygotus osiliensis*, from the Silurian Rocks of Oesel. (Proceedings of the Royal Society of London. Series B. Vol. 76. 1905. p. 398).

Rudolph, K. Der Spaltöffnungsapparat der Palmenblätter. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Kl. Bd. 120. Abt. I. Zweiter Halbband. Wien 1911. p. 1049).

Schulze, Fr. Über das Vorkommen wohl erhaltener Zellulose in Braunkohle und Steinkohle. (Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preuss. Akademie der Wiss. zu Berlin. 1855. p. 676).

Thomas, H. H. & Bancroft, N. On the Cuticles of some Recent and Fossil Cycadean Fronds. (The Transactions of the Linnean Society of London. 2nd. Ser. Botany. Vol. VIII. Part 5. 1913. p. 155).

Tison. Méthode nouvelle de coloration des tissus subéreux. (Comptes Rendus de l'Association française pour l'avance des Sciences. Congrés de Boulogne-sur-mer. 1899. p. 454).

Tollens, B. Ueber den Nachweis der Pentosen mittels der Phloroglucin-Salzsäure-Absatz-Methode. (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 29. Jahrg. Bd II. 1896. p. 1202).

Tunmann, O. Pflanzenmikrochemie. Berlin 1913.

Wettstein, Fr. v. Das Vorkommen von Chitin und seine Verwertung als systematisch-phylogenetisches Merkmal im Pflanzenreich. (Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien. Abt. I. 130. Bd. 1921. p. 3).

Wheeler, H. J. & Tollens, B. Untersuchungen über das Holzgummi. (Liebigs Annalen der Chemie. Bd 253. 1889. p. 320).

Wiesner, J. Untersuchungen über die Organisation der vegetabilischen Zellhaut. (Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften. Math.-naturw. Cl. Bd 93. Abtheil. I. Wien 1886. p. 17).

Wiman, C. Über die Graptoliten. (Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala. Vol. II. (1894—1895). N:o 6. p. 239).

Wisbar, G. Nachweis von Zellulose in Form von gut erhaltenem Baumwoll- und Leinenfasern (wie Samenhaare von Gossypium und Bastzellen von Linum) in deutscher Braunkohle. (Braunkohle. Bd 22. 1924. p. 789).

Yasui, K. On the alteration of the cell wall in the process of coalification, with special reference to the optical property of the wall. (Botanical Magazine. Vol. 39. 1925. p. 280).

Zimmermann, A. Die botanische Mikrotechnik. Tübingen 1892.

Botaniska Notiser 1928, Lund 1928.

A note on Retzius' Limonia pentaphylla.

By Prof. Tyôzaburô Tanaka,
University of Taiwan, Taihoku, Formosa.

In 1789, Retzius published *Limonia pentaphylla* in his Fasciculus observationum botanicarum (Pt. 5, No. 58 on p. 24) based upon a specimen collected by Koenig in India boreal. This name was adopted by Roxburgh in his large icones, entitled »Plants of the Coast of Coromandel» published in 1795 (p. 60). When Corréa de Serra first established the genus *Glycosmis* in 1805, he quoted both *Limonia arborea* and *Limonia pentaphylla* of Roxburgh as belonging to this genus, so that two names, i. e. *Glycosmis arborea* (Roxb.) Corr. and *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) Corr., became available by this reproduction.

By studying the famous collection of Koenig and that of Roxburgh, it has become clear that there are two distinct species of *Glycosmis* at the Coromandel coast and in other parts of the peninsula of India. One has large leaflets very much similar to the leaves of Citron *(Citrus medica* Linn.) and the other one small leaflets. The former species has distinctly dilated filaments and much convex-dotted ovary; the leaves are generally 5-foliolate. The latter has, on the contrary, linear filaments, smooth ovary and generally 3-foliolate leaves. Roxburgh's coloured plates give two plants, one with large leaflets and filiform filaments, the other with small leaflets and dilated filaments; the former is called *Limonia arborea* and the latter *Limonia pentaphylla*. However, such a combination does not exist, because, as stated before, large-leafed species have always dilated filaments, and small-leafed ones filiform filaments. This created a confusion, and many later authors are inclined to discard

the name *G. arborea*, and retain the name *G. pentaphylla* to the Citron-leafed, 5-foliolate species with dilated filaments. The small-leafed, 3-foliolate species was first by WIGHT (in 1833) named *Glycosmis triphylla*, and later on by WIGHT and ARNOTT (in 1834) *Glycosmis nitida*. These names are generally used by British botanists, but the writer has found that the same species already was described by LAMARCK in his Encyclopedia III. p. 51 (1789) as *Limonia mauritiana*, based upon the collection of SONNERAT from the Ile de France. The author has already suggested a new combination, *Glycosmis mauritiana* (Lam.) Tanaka, for this small-leafed species.

Many specimens, collected in the Himalaya-region by HOOKER and THOMSON, and distributed by the Royal Botanic Gardens, Kew, bear the name of *Glycosmis arborea*, but, as was correctly suggested by KURZ in 1876, these specimens represent *Glycosmis cyanocarpa* (Bl.) Spr., a very common plant of the Malayan Islands. ENGLER has proposed *Glycosmis cochinchinensis* Pierre for large-leafed species, included in *Tolurifera cochinchinensis* of LOUREIRO, first published in 1790. But this does not hold good, because RETZIUS' *Limonia pentaphylla* appeared one year before, that is, if RETZIUS' plant really does represent the large-leafed species.

In examining the herbaria of RETZIUS and ACHARIUS in the University of Lund, the author found only one specimen of small-leafed species existing in ACHARIUS' herbarium. This was mounted on guilded mounting sheet of ACHARIUS, stamped as authentic ACHARIUS' specimen. Below the mounted plant, it is written »Coromandelia» perhaps by ACHARIUS, and on the right lower corner, the name »L. pentaphylla Willd. Sp.», the former half by ACHARIUS' hand, and the latter half with pencil, perhaps by the same person. The specimen constitutes a small piece of flowering twig, scarcely trifoliolate, but neither being »foliis subquinatis», nor »magnitudine foliorum Citri Medicae» as described by RETZIUS. This ACHARIUS' specimen seems

therefore to have nothing to do with RETZIUS' plant sent by KOENIG, and probably this is the one sent by ROXBURGH from Coromandel. The writer has never seen ROXBURGH'S authentic specimen of this small-leafed species in any other large herbarium of Europe. The author found two other specimens of the same species in the Lund University Herbarium; one is from THOMSON'S Maisor and Carnatic collection, named *G. nitida*, and the other is a small old specimen, identified by someone as *Limonia pentaphylla*.

In examining throughout the Lund collection, the writer was able to find a specimen of large-leafed species from a collection of Prof. ZETTERSTEDT. This specimen is mounted on a sheet 19,9 cm. wide and 31 cm. long, and the paper has a mark SKEM in the center. The texture of the sheet is rather thin, and the fine parallel lines are about 1 mm. wide. Many handwritten quotations are given to the back of the sheet by ZETTERSTEDT, and he seems to have attributed this species to *Limonia pentaphylla* of RETZIUS and K. (perhaps KOENIG). A specimen of *Triphasia trifolia*, mounted on an exactly similar sheet with exactly similar ZETTERSTEDT'S handwriting, was also found. This is one of the KOENIG specimens, and is marked »Kön.» To the wonder of the writer, he found that the authentic RETZIUS' specimen of *Citrus decumanus* (inserted in ACHARIUS' herbarium) is mounted on the same kind of paper with SKEM mark. The sheet of this specimen is of the same breadth as the *Glycosmis* sheet but about 2 cm. longer than the latter. But the sheet of the *Glycosmis* specimen is trimed at the upper edges, and the upper part of a leaflet is lost. These three specimens unquestionably have belonged to the same person, probably to RETZIUS himself. Another authentic RETZIUS' specimen of *Feronia Limonia* is also mounted on a similar sheet, but without SKEM mark, the size of the sheet being exactly the same as that of the *Citrus decumanus* specimen.

In Lund's Herbarium, there is another specimen of

Triphasia trifolia, remounted on a new sheet, but on the sheet it is written by AGARDH »ad Retzius misit König». A piece of the original mounting sheet is attached, and this paper agrees with the broader mounting sheet of KOENIG (33 cm. long and 23 cm. wide), seen on the specimen of *Pleiospermium alatum* in the same herbarium and also in the University Herbarium of Copenhagen. This study tells that RETZIUS' specimen was accessed partly by ACHARIUS, partly by ZETTERSTEDT, and partly by AGARDH, all being absorbed by the University of Lund.

If this deduction is correct, ZETTERSTEDT's specimen of *Limonia pentaphylla* must be the authentic type specimen of RETZIUS' species, and this is the species we now generally consider as *Glycosmis pentaphylla* (Retz.) Corr.

Now the question remains, what became of *Limonia arborea* of ROXBURGH. The writer considers that this species is *Limonia pentaphylla* of RETZIUS, because it has serrated leaves. ROXBURGH perhaps considered our *G. mauritiana* to be *Limonia pentaphylla* of RETZIUS, as ACHARIUS, WILLDENOW (specimen in Dahlem No. 8117), and a few successors, thought so. ROXBURGH unfortunately transposed the figures in the two drawings given in his above-mentioned book. He, however, distributed a specimen of our *Glycosmis pentaphylla* to the Herbier De Candolle in Geneve under the name of *G. arborea*.

The conclusion of this type study may be summarized as follows:

Glycosmis pentaphylla Corr. in Ann. Mus. Paris XIII: 386, 1805.
= *Limonia pentaphylla* Retz. Obs. bot. 5: 24, 1789.
= *Limonia arborea* Roxb. Pl. Corom. 59, 1795.

Glycosmis mauritiana (Lam.) Tanaka in Bull. Soc. Bot. France.
= *Limonia mauritiana* Lam. Encycl. III: 51, 1789.
= *Limonia pentaphylla* Roxb. l. c. 60.

= *Glycosmis triphylla* Wight Ill. Ind. Bot. in Hook. Bot. Misc. III: 298, 1833.

= *Glycosmis nitida* Wight & Arn. Prod. Fl. Ind. Or. 93, 1834.

= *Glycosmis cochinchinensis* Pierre ex Engl. in Engl. & Pr., Natürl. Pflanzfam. III. Teil 4: 185, 1896.

Finally, the writer expresses his best thanks to Prof. Sv. Murbeck of the University of Lund, under whose guidance this study was made possible.

(Lund, Sweden, Febr. 18, 1928.)

Botanikprofessuren vid Upsala universitet. Till den inom kort efter Prof. O. Juel lediga professuren i botanik vid Upsala universitet hade vid ansökningstidens utgång anmält sig som sökande: Doc. O. Dahlgren, Upsala, Doc. Å. Håkansson, Lund, Doc. E. Melin, Stockholm, Doc. E. Naumann, Lund, Prof. N. Heribert-Nilsson, Åkarp, Prof. C. Skottsberg, Göteborg, Doc. H. Smith, Upsala, Doc. M. G. Stålfelt, Stockholm, och Doc. G. Turesson, Lund. Av dessa har Doc. Naumann senare återtagit sin ansökan. Till sakkunnige hava utsetts: Prof O. Juel, Upsala, Prof. O. Rosenberg, Stockholm, och Prof. H. Kylin, Lund.

Lindman, C. A. M., Illustrerad skol- och exkursionsflora över Sveriges kärlväxter. Stockholm 1928. P. A. Norstedt & Söners förlag. Pris 4 kr. 25 öre.

Boken är en förkortad upplaga av Lindman Svensk Fanerogamflora, till sin plan och uppställning grundad på denna och försedd med samma bildmaterial som den.

Kurs i limnologi anordnas under tiden 16—28 juli 1928 vid Aneboda limnologiska laboratorium. Närmare upplysningar lämnas av Docenten Einar Naumann, Lund, och av Assistenten Sven Thunmark, Upsala.

INNEHÅLL.

	Sid.
Lamprecht, H., Tageslänge und Assimilation	81
Gertz, O., Undersökningar över den fossila kutinsubstansens mikrokemi. Tillika några växtanatomiska iakttagelser å fossilt material	129
Tanaka, T., A note on Retzius' Limonia pentaphylla	156

Lund, Carl Bloms boktryckeri. 4/4 1928.